

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN- TARAPOTO
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ECOLOGÍA
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS



**Evaluación del impacto de la población en la degradación de los bosques
naturales del distrito Soritor, provincia Moyobamba, región San Martín,
Perú, 2010**

**Tesis para optar el grado académico de Maestro en Ciencias
con mención en Gestión Ambiental**

AUTOR :

Oscar Marino Rimarachin Sánchez

ASESOR :

Blgo. Dr. Jorge Torres Delgado

Tarapoto - Perú

2011



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ECOLOGÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS



**Evaluación del impacto de la población en la degradación de los bosques
naturales del distrito Soritor, provincia Moyobamba, región San Martín,
Perú, 2010**

**Tesis para optar el grado académico de Maestro en Ciencias
con mención en Gestión Ambiental**

AUTOR:

Oscar Marino Rimarachín Sánchez

ASESOR:

Blgo. Dr. Jorge Torres Delgado

Tarapoto - Perú

2011

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ECOLOGÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS



**Evaluación del impacto de la población en la degradación de los bosques
naturales del distrito Soritor, provincia Moyobamba, región San Martín,
Perú, 2010**

**Tesis para optar el grado académico de Maestro en Ciencias
con mención en Gestión Ambiental**

AUTOR:

Oscar Marino Rimarachín Sánchez

ASESOR:

Blgo. Dr. Jorge Torres Delgado

Tarapoto - Perú

2011

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ECOLOGÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS



Evaluación del impacto de la población en la degradación de los bosques naturales del distrito Soritor, provincia Moyobamba, región San Martín, Perú, 2010

AUTOR:

Oscar Marino Rimarachín Sánchez

Sustentada y aprobada el 18 de noviembre del 2011, ante el siguiente Jurados:

.....
Ing.M.Sc. César Enrique Chappa Santa María

Presidente

.....
Ing.M.Sc. Guillermo Vásquez Ramírez

Secretario

.....
Ing.M.Sc. Jorge Arturo Ramírez Mera

Vocal

.....
Blgo. Dr. Jorge Torres Delgado

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ECOLOGÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS



**Evaluación del impacto de la población en la degradación de los bosques
naturales del distrito Soritor, provincia Moyobamba, región San Martín,
Perú, 2010**

**El suscrito declara que el presente trabajo de tesis es original en su contenido y
en su forma**

.....
Br. Oscar Marino Rimarachín Sánchez

Ejecutor

.....
Blgo. Dr. Jorge Torres Delgado

Asesor

Declaratoria de autenticidad

Oscar Marino Rimarachín Sánchez, con DNI N° 43736246, egresado de la Escuela de Posgrado de la UNSM - T, Unidad de Posgrado de la Facultad de Ecología, Programa de Maestría en Ciencias, con mención en Gestión Ambiental, autor de la tesis titulada: **Evaluación del impacto de la población en la degradación de los bosques naturales del distrito Soritor, provincia Moyobamba, región San Martín, Perú, 2010.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mí accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 18 de noviembre del 2011.



Br. Oscar Marino Rimarachín Sánchez

DNI N° 43736246

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Rimarachín Sánchez Oscar Marino		
Código de alumno :		Teléfono:	996472836
Correo electrónico :	ojosdeagua.eirl@gmail.com		DNI: 43736246

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ecología
Programa de:	Maestría en Ciencias

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	Evaluación del impacto de la población en la degradación de los bosques naturales del distrito Soritor, provincia Moyobamba, región San Martín, Perú, 2010
Año de publicación:	2011

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **“Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA”.**



.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

21 / 11 / 2019



.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM – T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

“Para aquel que es la fuente de todas las visiones verdaderas y sustento de todos los sueños”.

“A mi madre María Verselisa Sánchez Olivera. Por el abnegado esfuerzo en mi formación”.

Índice

	Pág.
Dedicatoria.....	vii
Resumen	xiv
Abstrac	xv
Introducción.....	1

CAPITULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Marco teórico.....	6

CAPITULO II METODOLOGÍA

2.1. Método.....	16
2.2. Preparación de materiales y organización de la información.	17
2.3. Procesamiento digital de la imagen.	18
2.4. Análisis e interpretación de las imágenes satelitales en el entorno SIG.....	18
2.5. Elaboración de mapas.....	21
2.6. Verificación de Campo.....	21
2.7. Análisis cuantitativo de la tasa de deforestación anual.	22
2.8. Análisis estadístico de la información generada.	22
2.8.1. Variables correlacionadas.....	22
2.8.2. Diseño experimental.	23
2.8.3. Población y muestra.....	24
2.8.4 Tipo de investigación.....	24

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Del análisis de la degradación de los bosques primarios en el distrito Soritor (1986-2008)	25
3.1.1. Aspectos físicos y Socioeconómicos que condicionan el proceso de deforestación en el distrito Soritor	25
3.1.2. Pendiente del relieve.....	28

3.1.3. Vías de acceso	30
3.2. Caracterización y análisis de la deforestación en el periodo (1986 - 2008) en base a la interpretación de las imágenes satelitales y elaboración cartográfica	32
3.2.1. Procesamiento digital de las imágenes Landsat.....	32
3.2.2. Caracterización general de las imágenes Landsat 5 TM.....	38
3.2.3. Delimitación de las coberturas de bosque y aéreas intervenidas.	39
3.2.4. Cartografía elaborada de la deforestación del distrito en el período 1986- 2008.....	41
3.3. Análisis cuantitativo de la tasa de deforestación anual	46
3.4. Análisis estadístico del avance de la deforestación y degradación de los bosques primarios e incremento de la población.....	47
3.4.1. Correlación lineal entre Bosque primario y población	47
3.5. Análisis del uso y ocupación en el distrito Soritor	59
CONCLUSIONES.....	70
RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	73
ANEXOS.	76

Índice de tablas

Tabla 1: Clasificación de la cobertura de bosque primario y aéreas deforestadas a nivel de clases según las imágenes satelitales Landsat.	20
Tabla 2: Aspectos físicos del distrito Soritor.....	25
Tabla 3: Población 2007 de los distritos de la prov. Moyobamba.	26
Tabla 4: Población migrante del distrito Soritor – 2007.	26
Tabla 5: Población, según grupos de edad, del distrito Soritor - 2007.....	26
Tabla 6: Población Económicamente Activa (PEA) , del distrito Soritor – 2007.....	27
Tabla 7: PEA, según actividades económicas, del distrito Soritor – 2007.....	27
Tabla 8: Combustible usado para cocinar en los hogares, del distrito Soritor.	28
Tabla 9: Tipos y rangos de pendiente del relieve en el distrito Soritor.....	30
Tabla 10: Vías de acceso del distrito Soritor.....	30
Tabla 11: Lista de imágenes Landsat 5 TM utilizadas	38
Tabla 12: Características espectrales de la imágenes Landsat 5 TM	38
Tabla 13: Tasa de deforestación promedio por periodos y anual en hectáreas.	46
Tabla 14: Tasa de deforestación promedio en porcentaje por periodos y anual.....	46
Tabla 15: Incremento de la deforestación en porcentaje anual respecto al bosque original....	47
Tabla 16: Cobertura de bosques y población estimada para los años de análisis 1986, 1996, 2006 y 2008.....	48
Tabla 17: Poblaciones de la provincia Moyobamba y distritos para los años 1972, 1981, 1993 y 2007.....	49
Tabla 18: Coberturas estimadas de bosque primario y población según periodos cada dos años.....	51
Tabla 19: Cálculos estadísticos previos para la correlación Lineal	52
Tabla 20: Producción agropecuaria registrada según la DIA.	56
Tabla 21: Producción agropecuaria registrada según cultivos principales.....	61
Tabla 22: Proyectos de infraestructura básica implementados.....	62
Tabla 23: Población proyectada al 2027 del distrito Soritor.	63
Tabla 24: Año de creación de los centros poblados del distrito Soritor.	66
Tabla 25: Tipos de usos del territorio del distrito Soritor.....	67

Índice de gráficos

Gráfico 1: Organización de la información y la Geodatabase “DEFORESTACION MULTITEMPORAL” con la información cartográfica.	17
Gráfico 2: Digitalización de las coberturas de bosque Primario en la combinación de bandas 5-4-3 de la imagen Landsat 5.....	19
Grafico 3: Imagen Landsat 5 – 1986 sin realce radiométrico.....	32
Grafico 4: Histogramas de los valores radiométricos de la imagen Landsat 5 – 1986 sin realce.	33
Grafico 5: Imagen Landsat 5 – 1986 con realce radiométrico	33
Grafico 6: Histogramas de los valores radiométricos de la imagen Landsat 5 – 1986 con realce radiométrico.....	34
Grafico 7: Imagen Landsat 5 – 1996 sin realce radiométrico.....	34
Grafico 8: Histogramas de los valores radiométricos de la imagen Landsat 5 – 1996 sin realce radiométrico.....	35
Grafico 9: Imagen Landsat 5 – 1996 con realce radiométrico.	35
Grafico 10: Histogramas de los valores radiométricos de la imagen Landsat 5 – 1996 con realce radiométrico.....	36
Grafico 11: Imagen Landsat 5- 2006 con realce radiométrico, combinación 5 - 4 - 2.....	36
Grafico 12: Histogramas de los valores radiométricos de la imagen Landsat 5 – 2006 con realce radiométrico.....	36
Grafico 13: Imagen Landsat 5- 2008 con realce radiométrico, combinación 5 - 4 - 2.	37
Grafico 14: Imagen Landsat 5- 2008 con realce radiométrico, combinación 4 - 5 - 2.	37
Grafico 15: Delimitación de las coberturas de Bosque y áreas intervenidas – 1986.....	39
Grafico 16: Delimitación de las coberturas de Bosque y áreas intervenidas – 1986.....	40
Grafico 17: Delimitación de las coberturas de Bosque y áreas intervenidas – 2008.....	41
Grafico 18: Diagramas de dispersión según el índice de correlación.....	48
Grafico 19: Diagrama de dispersión entre la correlación de bosques primarios (Y) y población (X)	53
Grafico 20: Líneas de tendencia entre la correlación de bosques primarios (Y) y población (X).....	53
Grafico 21: Diagrama de dispersión entre la correlación de Deforestación (Y) y población (X).....	57

Grafico 22: Producción Agropecuaria del distrito Soritor.....	62
Grafico 23: Producción Agropecuaria por cultivo del distrito Soritor	63
Grafico 24: Deforestación por periodos del distrito Soritor	64
Grafico 25: Superficie deforestada acumulada en el distrito Soritor.....	65
Grafico 26: Superficie de bosque primario en el distrito Soritor	65

Índice de mapas

Mapa 1: Mapa de pendientes del relieve del distrito Soritor.....	29
Mapa 2: Mapa de vías de acceso del distrito Soritor.	31
Mapa 3: Deforestación en el año 1986 del distrito Soritor.	41
Mapa 4: Deforestación en el año 1996 del distrito Soritor.	42
Mapa 5: Deforestación en el año 2006 del distrito Soritor.	43
Mapa 6: Deforestación en el año 2008 del distrito Soritor	44
Mapa 7: Deforestación por periodos 1986 - 2008 del distrito Soritor.....	45
Mapa 8: Proceso de ocupación del distrito Soritor.	68
Mapa 9: Proceso de usos del territorio del distrito Soritor.....	69

Resumen

La presente investigación se realizó utilizando imágenes satelitales LandSat correspondiente al ámbito del distrito Soritor, empleando para ello los Sistemas de Percepción Remota (SPR) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), como las más óptimas para generar la información requerida que permitió el mapeo e identificación de las áreas de bosque primario y áreas deforestadas, que se ingresaron y se procesaron utilizando el SIG; así como también la información estadística que permitió entender la dinámica de la población y el avance de la ocupación territorial. La tasa anual promedio de deforestación entre los dos periodo de 10 años (1986 – 1996 y 1996 – 2006) es de 829 ha, la tasa anual promedio de deforestación en el periodo bianual 2006 - 2008 es de 862.56 ha. La superficie de bosque primario en el 2008 es de 35,004.47 ha. Que representa el 60% del ámbito distrital., la tasa de deforestación anual promedio de bosques primarios asciende a 845.78 Ha; durante el periodo de estudio (1986- 2008). La superficie de bosque primario deforestada asciende a 18,035.34 ha., Durante el periodo de estudio (1986- 2008). Esto permitió determinar el índice de correlación estimada entre las variables “Población estimada” y “Superficie de bosque primario por hectáreas”, arrojando un valor de ($r = - 0.991$), que demuestra la existencia de una correlación inversa muy fuerte, es decir a medida que aumenta la población la línea de tendencia en la disminución de los bosques primarios del ámbito distrital es mayor. Con estos datos se puede inferir que el colapso del sistema de bosques primarios con una carga poblacional estimada de 59,106 habitantes. Se alcanzará la carga poblacional para el colapso del sistema en el año 2027.

Palabras clave: bosques, deforestación, población

Abstract

The following investigation was carried out using LandSat satellite images corresponding to Soritor district, using the Remote Perception Systems (SPR) and Geographic Information Systems (GIS), as the most optimal to generate the required information that allowed the mapping and identification of areas of primary forest and deforested areas, which were entered and processed using the GIS; as well as the statistical information that allowed to understand the dynamics of the population and the advance of territorial occupation. The annual deforestation average rate between the two 10-year period (1986 - 1996 and 1996 - 2006) is 829 ha, the average annual deforestation rate in the biennial period 2006 - 2008 is 862.56 ha; the area of primary forest in 2008 is 35,004.47 ha; which represents 60% of the district scope, the average annual deforestation rate of primary forests amounts to 845.78 ha; during the study period (1986-2008). The deforested primary forest area amounts to 18,035.34 ha, during the study period (1986-2008). This allowed us to determine the estimated correlation index between the variables “Estimated population” and “Primary forest area per hectare”, giving a value of ($r = - 0.991$), which demonstrates the existence of a very strong inverse correlation, that is to say As the population increases, the trend line in the decrease of primary forests in the district is greater. With these data it can be inferred that the collapse of the primary forest system with an estimated population load of 59,106 inhabitants. The population burden will be reached for the collapse of the system in the year 2027.

Keywords: forests, deforestation, population.



Introducción

Teniendo en cuenta que los bosques constituyen uno de los ecosistemas más valiosos del mundo, pero el hombre en su afán de mejorar sus condiciones de vida realiza actividades que inevitablemente perjudican a este recurso natural con el tan conocido problema de la deforestación.

En tal sentido, el presente trabajo de investigación denominado “Evaluación del impacto de la población en la degradación de los bosques naturales del distrito Soritor, provincia Moyobamba, región San Martín, Perú 2010”, se realizó con la finalidad de evaluar y cuantificar el grado de influencia del incremento de la población, tanto en magnitud poblacional como en el avance de la ocupación en el territorio, y correlacionar mediante métodos estadísticos como estos procesos impactan en la pérdida de la cobertura de bosques primarios en el distrito en mención y que a su vez la información generada producto de la investigación ayude a plantear propuestas de desarrollo amigable, compatibles con las características físicas naturales y actuales de dicho distrito.

Cabe indicar que en el estudio se ha priorizado el análisis de imágenes de satélite LANDSAT 5 de los años 1986, 1996, 2006 y 2008, (los mismos que han sido procesados empleando los Sistemas de Percepción Remota (SPR) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizando los Software's ERDAS IMAGINE, ArcMap 9.2, además del archivo de extensión DBF.

En este sentido en el presente trabajo se plantea los siguientes objetivos:

Objetivo general.

Evaluar el grado de influencia del incremento de la población en la degradación de los bosques primarios en el distrito Soritor en el periodo 1986 - 2008.

Objetivos específicos.

- Caracterizar los aspectos físicos y socioeconómicos que condicionan el retroceso de los bosques primarios en el distrito Soritor.
- Caracterizar y analizar en avance de la deforestación de los bosques primarios en el periodo (1986 -2008), en base a la interpretación de las imágenes satelitales, y elaboración de la cartografía respectiva.

- Calcular y analizar cuantitativamente la tasa de deforestación en el distrito.
- Establecer el análisis estadístico del avance de la deforestación y retroceso de los bosques primarios respecto al incremento de la población del distrito mediante la correlación lineal simple.
- Analizar el uso y ocupación del distrito y los factores que condicionan la deforestación y retroceso de los bosques primarios.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes

➤ **Monitoreo de la deforestación en Selva Alta; Zona de Oxapampa**

Se llegó a determinar que la deforestación en Selva Alta, en el lapso de estudio fue de 21,951.10 ha, con una tasa anual de 1.11%, mientras que la intervención en las zonas andinas fue de 8,804.90 ha, con una tasa anual de solamente 0.184%; estos procesos son consecuencia de una desordenada ocupación del territorio, pues de la deforestación a 1997 (154,466.90 ha) 132,857.90 ha presenta conflictos, según la capacidad de uso mayor de las tierras, representando el 86% del Área de Selva Alta. De igual manera, existen conflictos en una superficie de 19,674.40 ha, en el incremento de la deforestación entre 1989 y 1997 (21,951.10 ha), representando el 89.6% del área de Selva Alta (**Fachín, 2 001**).

➤ **Monitoreo continuo, tasas y proyecciones de los procesos de deforestación de la amazonía**

La selva alta en general es la más deforestada, concentrándose la deforestación en las zonas de Jaén y San Ignacio en Cajamarca, Bagua y Rodríguez de Mendoza en Amazonas, Alto Mayo y Huallaga Central en San Martín, Alto Huallaga en Huánuco y selva central en los departamentos de Pasco y Junín y, actualmente presentándose por la zona del Río Apurímac entre los departamentos de Ayacucho y Cusco. La superficie deforestada al año 1985, fue de 5'642,447.00 ha aproximadamente, el 7,47% de bosque amazónico original. El incremento de la deforestación desde al año 1985 a 1990, fue de 1 305 790 ha, que equivale al 9,20% de la cobertura original. La tasa de deforestación nacional registra 261,158 ha/año (0,35%) que equivale a intervenir aproximadamente 716 ha por día. La superficie deforestada proyectada al año 1995 a nivel nacional, es de aproximadamente 8 254 027 ha (10,92%). La superficie deforestada proyectada al año 2000 a nivel nacional, es de aproximadamente 9 559 817 ha (12,65%) (**Reátegui, 1 996**).

Según proyecciones de cifras registradas por INRENA, estima para el año 2000 una superficie deforestada cercana a 10 millones de hectáreas, representando el

12.6% de la superficie boscosa de la Amazonía peruana. Siendo los departamentos de San Martín (1.17%), Amazonas (1.09%) y Junín (1.05%) los que reportan las mayores tasas de deforestación anual. Por otro lado, se deforesta entre 200 mil y 300 mil hectáreas por año y se estimó para el año 1997, que aproximadamente el 80% de las áreas deforestadas obedecían a la quema de bosque con fines agropecuario, el 17% se deforesta debido a la producción de leña y carbón y el 3% tiene su origen en el aprovechamiento de la madera con fines comerciales (**Reátegui, 1996**).

➤ **Monitoreo de la deforestación en la cuenca del río Huallaga utilizando técnicas de percepción remota y sistemas de información geográfica.**

El presente estudio cubrió una superficie de 9'019,600 hectáreas, en el cual se determinó que existen 1'403,424 hectáreas (15.55%) deforestadas; sin embargo, la cifra es mayor debido a que existen áreas que no han sido evaluadas por la alta nubosidad de las imágenes de satélite. Las áreas con bosque natural alcanzan a 7'565,775 hectáreas (83.90%), mientras que los cuerpos de agua ocupan 50,400 hectáreas (0.56%) (**Quispe, Castro, Suárez, 1993**).

➤ **Vigilancia ecológica de la degradación de las tierras y desertificación en el Perú. Monitoreo ecológico Huallaga Central y Bajo Mayo.**

Los resultados más significativos obtenidos a través del monitoreo realizado en la zona del Huallaga Central y Bajo Mayo, han sido los siguientes:

Una superficie de 157,197 ha deforestadas entre los años 1981 y 1986 que representa el 23% del área total del estudio (681,695 ha) y el 34% del bosque existente al año 1981 (455,207 ha). Esto significa una tasa media de deforestación (lapso de 5 años) de 6.1% por año, es decir, 31,489 ha/año con respecto al área con bosque en 1981(**ONERN-PNUMA, 1989**).

➤ **El sistema de información geográfica en la evaluación y planificación del bosque tropical. Cuenca del río Palcazú.**

Concluida la evaluación de las variables en estudio, el sistema proporcionó resultados referidos a: tipos de bosque, superficie de tipos de bosque, composición florística, rendimiento por ha y km² volúmenes de madera, costos e ingresos por

km² por sector, por comunidad o de todo el área de estudio, a través de la impresión de archivos, gráficos y/o mapas.

Los resultados permiten tener un conocimiento de la situación real en la que se encuentra el recurso forestal del área y nos conduce a proporcionar sugerencias como: la forma más adecuada de aprovechar el recurso, la planificación de asentamientos humanos o mejorar los ya existentes, dotar del asesoramiento técnico suficiente que permita el desarrollo de pequeñas o medianas industrias de acuerdo al potencial que poseen. Como se aprecia, el Sistema de Información Geográfica (SIG), facilita el estudio espacial y representa un valioso instrumento para la planificación sectorial o regional, ayudando al proceso de toma de decisiones, definir políticas y acciones en general (Alarcón, 1988).

➤ **Monitoreo de la deforestación en las provincias de Moyobamba y Rioja, de la región San Martín.**

En tal sentido, el presente trabajo de investigación denominado “Monitoreo de la Deforestación en las Provincias de Moyobamba y Rioja en la Región San Martín”, se realizó con la finalidad de contar con una herramienta base que ayude a plantear propuestas de desarrollo sostenible, compatibles con las características físicas naturales y actuales de dichas provincias.

Cabe indicar que en el estudio se priorizó el análisis de imágenes de satélite LANDSAT 5 (TM del año 1986) y LANDSAT 7 (ETM+ del año 1999), los mismos que fueron procesados empleando los Sistemas de Percepción Remota y los Sistemas de Información Geográfica, utilizando los Software's ERDAS IMAGINE, ARC/INFO y ARCVIEW, además del archivo de extensión DBF compatible a FOXPRO.

En la Provincia de Moyobamba, existe un incremento de la deforestación de 3 065.25 ha/año, que representa una tasa de deforestación de 1.105 %; de continuar estos sucesos, se pronostica que a 54 años aproximadamente se habrá consumido con toda el área de la cobertura vegetal.

En la Provincia de Rioja, el incremento de la deforestación es de 1 379.33 ha/año, que representa una tasa de deforestación de 0.75%; de permanecer estos eventos, se proyecta que a 70 años aproximadamente se habrá consumido toda el área del bosque. (Yzusa, 2004).

1.2. Marco teórico

➤ **Bosque**

El bosque es un sistema productor de biomasa en grandes cantidades, del cual un 5% aproximadamente se encuentra en la superficie del suelo, como materia orgánica en descomposición, para ser asimilada nuevamente por las plantas del sistema. Este ciclo interminable; constituye la base para el desarrollo de la flora que cubre toda la Región. La Deforestación: rozo, tala y quema interrumpe éste ciclo abruptamente y los suelos son incapaces de mantener ésta fertilidad, si es que los sistemas nuevos de producción no aportan cantidades aceptables de hojarasca para la protección del suelo y su incorporación nutritiva (**Valdez, 2002**).

La Selva Tropical Húmeda es el ecosistema más productivo, intrincado, eficiente y organizado de todos los ecosistemas terrestres conocidos, pero al mismo tiempo, uno de los más delicados y frágiles al ser manipulados. Es por ello que en los últimos años se viene dando un creciente interés en el mundo para la ejecución de políticas de desarrollo que conduzcan a un gran objetivo: conservar los Bosques Tropicales y dentro de éstos los Bosques Amazónicos (**Malleux, 1988**).

➤ **Deforestación**

La deforestación es la tala o quema de los bosques; es la destrucción o eliminación de la masa boscosa de la superficie terrestre por la acción de la mano del hombre (**ENCARTA, 2002**).

Por otro lado, la deforestación es la remoción completa de carácter permanente o temporal de los bosques y su reemplazo por usos no forestales de la tierra, que se explica principalmente por la expansión de la agricultura y la ganadería sobre tierras forestales (**San Martín y Hasenn, 1994**).

- **Agentes de la deforestación**

Los agentes de la deforestación son las personas que físicamente (o mediante decisiones sobre sus fuerzas laborables) convierten en los bosques a uso no forestales: pequeños agricultores, propietarios de plantaciones y de grandes fincas, concesiones de bosques, agencias de construcción de infraestructura y así sucesivamente (**FAO, 1996**).

- **Causas de la deforestación**

Entre las causas están las fuerzas del mercado (fluctuaciones internacionales de precios de los productos agrícolas comerciales), las políticas económicas (devaluación de la moneda), las medidas legales o reguladoras (cambios en las leyes de tendencia de la tierra). Los factores interinstitucionales (la decisión de destacar a más guardabosque en una zona determinada). Y las decisiones políticas (un cambio en la forma en la que se asigne las concesiones forestales) **(FAO, 1 996).**

La pobreza rural, alta tasa de crecimiento de la población, la agricultura migratoria, el cultivo de la coca, la extracción forestal selectiva y los bajos niveles de transformación industrial de la madera, la ampliación de las áreas de pastoreo y la falta de orientación técnica de los organismos del Estado para asignar el aprovechamiento más apropiado de la tierra según su capacidad de uso mayor y el aprovechamiento integral e integrado de los Recursos Naturales, en conjunto vienen a ser las causas de la deforestación **(Valdez, 2 002).**

- **Efectos de la deforestación.**

Son los siguientes: erosión de suelos, deslizamientos, disminución del caudal de agua, destrucción de la belleza paisajística y pérdida de la diversidad genética del bosque **(Valdez, 2 002).**

➤ **Las políticas de tenencia de la tierra y las desigualdades**

El siguiente ejemplo de Ecuador puede hacerse extensivo no sólo a la mayoría de los demás países amazónicos sino también a muchos otros países del Sur en otras regiones distantes. A comienzos de la década del 70 hubo un gran flujo migratorio de agricultores que se adentraron al Amazonas ecuatoriano, una de las zonas de bosques más preciada del mundo. La mayoría de estos agricultores venían de los Andes y las regiones costeras del país, la migración fue activamente alentada por un programa del gobierno ecuatoriano que incluía la entrega de títulos para parcelas estándar de 45 a 50 hectáreas para los inmigrantes. Como los agricultores corrían el riesgo de perder el derecho de la tierra si no la transformaban en tierra agrícola u otra tierra “útil”, la deforestación era más o menos obligatoria **(Ruete, 2 002).**

➤ **Modelos de producción y consumo que favorecen al proceso de la deforestación**

Entre las numerosas causas subyacentes de la deforestación, una de las menos comprendidas es la relación entre la deforestación y los modelos de producción y consumo, tanto de productos agrícolas como en general. Es necesario destacar que muy pocas veces la producción de alimentos para los pobres es causa de deforestación, ya que las mayores superficies de bosques convertidas a otros usos actualmente están dedicadas a la producción de cultivos comerciales y a la cría de ganado. Estos productos, que van desde café y carne a coca y soya, en muchos casos son producidos casi exclusivamente para los mercados exportadores de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Es absurdo defender la producción de estos bienes cuyo destino es el de satisfacer los desmedidos modelos de consumo de los países del Norte con el argumento de la seguridad alimentaria, como lo hacen algunos gobiernos e instituciones internacionales (incluida la propia FAO) (**WRM, 2 001**).

➤ **Análisis de la problemática del proceso de la deforestación**

El proceso de deforestación, como causante de cambios climáticos, es de atención prioritaria a nivel mundial. Según la FAO (1999), la adopción del Protocolo de Kyoto del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC) en 1997 y las Deliberaciones de la Cuarta Conferencia de las Partes, que tuvo lugar en Buenos Aires, Argentina, en Noviembre de 1998, resaltaron la función de los bosques en la mitigación del cambio climático mundial. El Protocolo de Kyoto establece compromisos jurídicamente vinculantes de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en los países industrializados y permite llevar a cabo un número reducido de actividades en el cambio del uso de la tierra y en el sector forestal para cumplir dichos compromisos. De esta forma, ofrece a los países industrializados incentivos para invertir, en su país o en otros países, en actividades forestales que potencien la retención y/o reduzcan las emisiones de carbono. Aunque ciertamente es necesario clarificar muchos puntos del Protocolo de Kyoto, en caso de ser ratificado ofrecerá posibilidades de inversión en el sector forestal (**WRM, 2 001**). La FAO, menciona que el noventa por ciento de la deforestación es provocada por prácticas de agricultura no sustentable, mientras que la tala y la plantación de

árboles para explotación forestal desempeñan un papel más importante en la degradación de los bosques. Por más controvertidas que sean estas cifras en todo caso puede decirse que la agricultura insustentable es sin dudas una de las principales causas directas de la deforestación y la degradación de los bosques en muchos países del mundo. Un enfoque simplista del problema podría llevar a culpar a la “ignorancia” de los agricultores involucrados en este proceso, el cual, sin duda, es más complejo (**WRM, 2 001**).

En otros casos los bosques se talan para abrir paso a la agricultura moderna o la cría de ganado a gran escala con destino al mercado de exportación. Por ejemplo, los bosques han sido convertidos a la ganadería en América Central, a la producción de soya en Brasil y a la fabricación de madera para pasta en Indonesia. En el primer caso, el proceso se originó en el crecimiento explosivo de un mercado de comida rápida hamburguesas en Estados Unidos. Ese mercado exige grandes cantidades de carne barata de baja calidad que podría ser producida en países cercanos a la zona tropical. El resultado fue la deforestación generalizada de América Central. La producción subvencionada y altamente “tecnificada” de carne en Europa exige un abastecimiento siempre creciente de cereales para alimentar al ganado (**WRM, 2 001**).

La deforestación y la degradación de los bosques ocurren tanto en los países del Norte como del Sur. Los países industrializados no sólo redujeron o degradaron sus propios bosques en el pasado, sino que muchos lo siguen haciendo en el presente (**Anderson, 1 990**).

La construcción de caminos es una de las actividades promovidas y financiadas por instituciones multilaterales como el Banco Mundial y otros bancos multilaterales regionales, y permite a los gobiernos cumplir con las políticas del FMI de aumento de las exportaciones. La construcción de caminos también está vinculada a los intereses de las trasnacionales, que por lo tanto pueden acceder a los recursos naturales e incorporarlos al mercado mundial (**Anderson, 1 990**).

Por otra parte, durante la década del sesenta, con el acelerado aumento poblacional en el Ande peruano y la cada vez más limitada disponibilidad de tierras agropecuarias así como el problema de la incidencia del cultivo de coca, se ha intensificado la migración de poblaciones serranas, hacia la región amazónica, en los departamentos de Puno, Cuzco, Ayacucho, Junín, San Martín, Pasco,

Huánuco y Cajamarca, causando graves e irreparables daños a la vegetación y suelos de la Selva Alta, donde ya se han deforestado más de cinco millones de hectáreas (**Malleux, 1 988**).

En el Perú, el muestreo de áreas se efectuó entre los años 1964 a 1969, y fue desactivado, pero demostró en su ejecución, que era viable obtener información a nivel regional (Región Natural), infiriendo los principales cultivos con una muestra de áreas obtenidas en base a aerofotografías (**Velazco, 1 989**).

La continua destrucción de las selvas tropicales, inevitablemente acarreará una extinción masiva Si esto ocurriese, se eliminaría una gran herencia genética de valor estético inevitable, además de los servicios ecológicos que presta, como por ejemplo la polinización, la dispersión de semillas, etc. (**Anderson, 1 990**).

Las mayores fuerzas que determinan la deforestación están relacionadas con la economía de subsistencia, las políticas públicas, el mercado internacional del consumo ilícito de la coca y los procesos migratorios de la población andina. Pero la intensidad y dirección de estas fuerzas, ha estado condicionada por las limitaciones físicas, la accesibilidad, el terrorismo y el narcotráfico. Sobre este último aspecto, el área en estudio durante el período de análisis ha sido el escenario principal de las actividades subversivas desarrolladas por Sendero Luminoso y el MRTA en el país, generando en algunas zonas de la selva alta la intensificación del cultivo ilegal de la coca y en otros, la migración del campo a la ciudad. En este sentido, la deforestación es un proceso fundamentalmente socioeconómico que origina cambios drásticos en la cobertura vegetal en una zona determinada, pasando de un paisaje boscoso a un paisaje antrópico donde predomina diversos usos de la tierra, como por ejemplo: agricultura, ganadería, infraestructura urbana, minería, etc. (**IIAP, 1 999**).

➤ **Mirando hacia adelante**

La Comunidad Internacional por lo menos dentro del marco del Foro Intergubernamental sobre los Bosques de la Comisión para el Desarrollo Sustentable ha reconocido la necesidad de identificar las causas subyacentes de la deforestación con el objetivo de encontrar soluciones y salvar a los bosques del planeta que aún permanecen en pie (**WRM, 2001**).

No obstante, es importante ser conscientes de que la deforestación y la degradación de los bosques no son temas “técnicos”. Los bosques no están desapareciendo porque la gente y sus gobiernos sean ignorantes o porque no haya planes de gestión adecuados. Los bosques están desapareciendo porque una serie de políticas nacionales e internacionales interconectadas preparan el terreno para que ello suceda. Es por lo tanto a ese nivel que deben encontrarse las soluciones (WRM, 2 001).

➤ **Monitoreo**

Se entiende por la constante evaluación periódica de una zona. Este control puede ser técnico, administrativo o político, las operaciones de monitoreo son muy importantes como fuente de datos, que nos van a servir para actualizar las medidas políticas y técnicas en cuanto se refiere a la utilización de los recursos naturales de cada nación. Básicamente el proceso de monitoreo puede ser dividido en tres Fases: El **Presente**, que es el período actual, donde se observa la realidad del área. Este período, de acuerdo a los objetivos del estudio, puede variar en promedio de uno a dos años y para ser analizados, exige información de períodos **Pasados**, que no tienen límites de tiempo, para que se pueda analizar, dentro de un período histórico, las modificaciones presentes. Una vez cartografiadas las modificaciones presentes y obtenidas las informaciones pasadas, sobre las causas que promovieron las modificaciones, puede establecerse un esquema **Futuro** para poder evaluar, controlar y fiscalizar los cambios (Ribeiro, 1 988).

- **Monitoreo Ecológico**

La Vigilancia o Monitoreo Ecológico Integrado se define como el control y evaluación periódica de los cambios de las variables ambientales, tales como la vegetación, fauna, agua, suelo y características climáticas, entre otros aspectos relevantes del medio ambiente. Por lo tanto, el monitoreo ecológico se constituye en la medición periódica de un rango de variables ambientales e indicadores relacionados e involucrados en los espacios o compartimentos bióticos y abióticos del medio ambiente (ONERN-PNUMA, 1 989).

Los volúmenes considerados de datos e información que se pueden manejar en un proceso de monitoreo de la deforestación y del uso de la tierra en áreas de gran tamaño y de alta complejidad, como es la selva amazónica, requieren de la automatización del procesamiento de datos. Tal automatización requiere

de la utilización de procesadores digitales de información (computadora u ordenador) y por tanto de la conversión masiva de la información analógica a digital (TCA, 1994).

La información, tanto espacial como de los atributos de los recursos naturales, existentes en forma de mapas en papel y otros medios de información analógica, su digitalización y procesamiento involucra una serie de operaciones que son parte de lo que se conoce como Sistemas de información Geográfica (SIG) (TCA, 1994).

➤ **Teledetección o percepción remota**

La Teledetección o Percepción Remota, consiste esencialmente en la utilización de instrumentos sensitivos de una gama de longitudes de onda de emisiones o reflexiones de la superficie terrestre o su cobertura. Tales instrumentos son transportados en plataformas de satélite o en avión. Los valores captados por los sensores son transformados a valores digitales y grabados en material magnético (cintas o discos). La estructura de los datos es de tipo Raster (TCA, 1994).

La Resolución de los pixeles y el número de bandas espectrales que son captadas por los sensores están determinadas tanto por la órbita del satélite como por los instrumentos sensores abordo. Cada “imagen” muestra una porción determinada de la tierra. Físicamente consiste de un archivo raster, esto es, de un arreglo bi-dimensional de pixeles conteniendo información de radiación dentro de una banda específica del espectro radiactivo (según Ponce-Hernández, citado por TCA, 1994).

Por otra parte, las técnicas de percepción remota, constituyen una excelente herramienta operacional para la adquisición de datos primarios y éstos a su vez resultan apropiados para detectar cambios sobre extensas superficies, siempre y cuando estos cambios sean lo suficientemente importantes como para ser registrados. Cuando estos datos son utilizados y comprobados con el trabajo de campo, unida a la informática; se puede obtener, a bajo costo y en corto tiempo, informaciones muy valiosas para la toma de decisiones técnicas, administrativas y políticas. La percepción remota sin ninguna otra fuente de información, no proporciona datos acerca de los orígenes o causas de los cambios evaluados (Ribeiro, 1988).

Para la ubicación del área de estudio y georeferenciación de las imágenes se emplean los sistemas de coordenadas, así tenemos: Sistema de Coordenadas Geográficas; que representa la ubicación de cualquier punto sobre la superficie terrestre con base en un par de coordenadas representadas en medidas angulares: latitud y longitud. La latitud es el ángulo formado por la línea del Ecuador y la línea que pasa por el punto que se va a medir. La Longitud es la magnitud representada por el ángulo entre el Meridiano de Greenwich y la línea paralela (**Ribeiro, 1 988**).

El término “imagen” en general es utilizado para cualquier representación pictórica, en forma independiente de su longitud de onda o la forma utilizada para su obtención, en todo caso el término imagen está restringido a los cuadros detectados por medio de películas sensitivas. Para fines de sensores remotos, la energía electromagnética detectable por medio de películas está restringida a la región cuyas longitudes de onda van aproximadamente de 0.3 a 0.9 μm (**Malleux, 1 988**).

Una imagen LANDSAT abarca un total de 34,225 km^2 , con lo que permite una vista más vasta que cualquier método en el suelo. Gracias a la separación espectral de las bandas, estos datos proveen información sobre los elementos terrestres que son equivalentes a un laborioso trabajo en tierra. El mosaico de imágenes contiguas permite una vista sinóptica que conduce al estudio de grandes regiones sin necesidad de perder el detalle; tal es el caso de desiertos, cadenas montañosas, entre otros (**Malleux, 1988**).

Los satélites LANDSAT pasan de forma periódica sobre la misma zona. Aunque la nubosidad o fallas técnicas pueden disminuir el número de imágenes disponibles, normalmente existe la posibilidad de conseguir imágenes de un área en épocas diversas. Esta repetitividad es de gran interés. Normalmente es posible seleccionar imágenes de una estación particular, o de diferentes estaciones para evidenciar cambios estacionales, o de diferentes años para controlar desastres naturales (terremotos, volcanes, inundaciones) o alteraciones del terreno debidas al hombre (deforestación) (**Oriol, 1 986**).

Otro punto que debe merecer especial atención cuando se procesa o se levanta la cartografía y la posterior identificación de las áreas críticas, es la identificación de

las unidades o tipos de bosques. Naturalmente, esa identificación debe estar subordinada a la escala y el material cartográfico utilizado, el objetivo específico del trabajo, la intensidad del trabajo de campo, los factores físicos naturales, como topografía y la heterogeneidad de la cobertura foresta (**Ribeiro, 1 988**).

➤ **Sistema de Información Geográfica (SIG)**

Un SIG, se define como programas que almacenan, gestionan, manipulan y representan gráficamente datos con algún tipo de componente espacial. Esto significa que la información que alberga está referenciada geográficamente, ya se trate de mapas, estadísticas o datos climáticos sobre un territorio concreto, por lo que todas estas variables se relacionan mutuamente de formas muy diversas. Por cuanto la información que contiene se almacena en formato digital, los SIGs aprovechan las posibilidades analíticas de los ordenadores, facilitando múltiples operaciones que resultan difícilmente accesibles por medios convencionales: generalización cartográfica, integración de variables espaciales, modelado del relieve, análisis de vecindad, entre otros (**Chuvieco, 1 996**).

El Sistema de Información Geográfica, es un sistema de computación que utiliza información locacional, tales como domicilios, números de lotes, distritos electorales, o coordenadas de longitud y latitud. Para digitalizar la información y obtener un mejor análisis se utiliza las herramientas del SIG, tanto para estudiar demografía, buscar patrones en la forma en que se dispersa una enfermedad, modelar el paso de la contaminación atmosférica, y mucho más. Se puede digitalizar cualquier información almacenada en planillas o bases de datos, que tenga un componente geográfico que permita ver patrones, relaciones y tendencias, que no pueden verse en un formato de tabla o lista. Da una perspectiva totalmente nueva y dinámica de la información, y ayuda a tomar mejores decisiones (**Chuvieco, 1 996**).

De igual manera, un SIG puede ser un mayor soporte que la producción de mapas estáticos, aunque pueden producirse hermosos mapas con esta herramienta. Es un sistema dinámico que permite seleccionar y eliminar cualquier criterio para digitalizar, para analizar rápidamente, cómo diferentes factores afectan a un modelo o análisis (**IIAP, 2 002**).

- **Importancia de un SIG**

Durante el siglo 20, los avances de la ciencia y la tecnología se han acelerado por lo que este incremento ha generado la demanda de gran cantidad de volúmenes de datos geográficos para ser representados en forma de mapas de manera más rápida y más precisa. Actualmente, con el desarrollo de reconocidas tecnologías tales como fotografías aéreas de satélites basados en sensores remotos, hay una explosión de producción de datos geográficos de uso más amplio y de análisis más sofisticados (**CLAS, 2 001**).

Además los SIGs, permiten almacenar esa información espacial de forma eficiente, facilitando su actualización y acceso directo al usuario. En definitiva, amplían enormemente las posibilidades de análisis que brindan los mapas convencionales, además de facilitar su almacenamiento y visualización (**Chuvieco, 1 996**).

Los volúmenes considerables de datos e información que se pueden manejar en un proceso de monitoreo, zonificación, evaluación y otros, del ambiente natural en áreas de gran tamaño y de alta complejidad, como es selva alta, como parte de la Cuenca Amazónica, requieren de la automatización del procesamiento de datos. Tal automatización requiere de la utilización de procesadores digitales de información (computadora u ordenador) y por tanto de la conversión masiva de la información analógica a digital (**Ponce, 1 993**). Por ejemplo, digitalizar dónde la calidad del agua se deteriora, puede dar nuevas aproximaciones sobre las fuentes de contaminantes y formas de controlar su emisión. Temas locales, tales como porqué las primas de seguros son más elevadas en algunas áreas que en otras, porqué las bananas crecen mejor en ciertos suelos (**IIAP, 2 002**).

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Método

Para el presente estudio, se utilizó el método de análisis por interpretación visual de las imágenes satelitales LandSat correspondiente al ámbito del distrito Soritor, empleando para ello los Sistemas de Percepción Remota (SPR) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), como las más óptimas.

La Teledetección o Percepción Remota permite detectar los cambios en las áreas de estudio, en este caso los cambios están referidos a las coberturas de bosque primario, cuyos datos analizados en un entorno SIG, proporciona mayor utilidad para la evaluación, manejo y planificación de los recursos naturales del distrito Soritor.

Para obtener información acerca de los orígenes o las causas de los cambios en la zona de estudio, se ha analizado la información brindada por las diversas instituciones gubernamentales y privadas en lo referente a los procesos y/o políticas de incentivo para el uso y ocupación del territorio con actividades económicas agropecuarias, la dotación de servicios básicos, desarrollo de infraestructura territorial y productiva entre otros.

La evaluación de datos estadísticos y el historial de los proyectos implementados en el distrito, en el periodo de estudio, permitirá correlacionar con la información sobre la dinámica de la deforestación provista del análisis en el entorno SIG para obtener la evaluación cualitativa y cuantitativa del grado de influencia o impacto de la población y del avance de la ocupación del territorio en la degradación de los bosques naturales del distrito.

El método que se ha empleado, prioriza tanto el uso de Imágenes de Satélite; como insumo para generar la información requerida que permitirá el mapeo e identificación de las áreas de bosque primario y áreas deforestadas, que se ingresarán y se procesarán utilizando el SIG; así como también la información estadística que permita entender la dinámica de la población y el avance de la ocupación territorial.

Para analizar la información estadística poblacional, de ocupación de territorio y su correlación con la información sobre la dinámica de la deforestación, se ha empleado el método estadístico de regresión lineal simple.

2.2. Preparación de materiales y organización de la información.

La información cartográfica; como las coberturas de deforestación, información base e imágenes satelitales entre otras ha sido organizado en el formato geodatabase del software ArcGis.

Se ha elaborado una matriz de directorios, que incluye la geodatabase, para tener una mejor organización de ésta y permita un mejor despliegue y consulta de la información cartográfica (Ver gráfico 1).

En esta etapa también se ha procedido a la recopilación de información secundaria referente a los centros poblados del distrito Soritor, los proyectos implementados en los periodos de análisis, y la información estadística de población y variables socioeconómicas.



Gráfico 1: Organización de la información y de la Geodatabase "DEFORESTACION MULTITEMPORAL" con la información cartográfica.

2.3. Procesamiento digital de la imagen.

Para el procesamiento digital de las imágenes se ha empleado el software ERDAS IMAGINE y ArcMap 9.2.

➤ **Corrección geométrica**

Se realizó la corrección geométrica de las imágenes usando puntos de control terrestre (Nº puntos registrados con GPS), tomados de las Cartas Nacionales a Escalas 1:100 000 y su proyección en el sistema coordenadas planas o UTM (Universal Transverse Mercator) La precisión en la georeferenciación se logró, realizando la validación de la imagen, es decir, se digitalizó en la Carta Nacional, las áreas donde se ubican los puntos del GPS, los que se convirtió en formato vectorial y luego se superponieron para verificar la exactitud de la georeferenciación.

➤ **Combinación de bandas**

Se ha realizado la composición de la imagen utilizando las bandas más adecuadas que nos permitieron tener un mayor grado de discriminación de los objetos. Con la finalidad de obtener una composición de bandas adecuada a los propósitos del estudio, se ensayaron dos combinaciones: 5 - 4 - 2 y 4 - 3 - 2

➤ **Ecualización del histograma**

Para la ecualización del histograma se ha aplicado el algoritmo de corrección radiométrica, o también llamado “Ecualización del Histogramas”, con la finalidad de mejorar el contraste de las imágenes.

2.4. Análisis e interpretación de las imágenes satelitales en el entorno SIG.

El análisis e interpretación de las imágenes se ha realizado con el software ArcMap 9.2.

➤ **Delimitación de las coberturas de Bosque primario de los años 1986, 1996, 2006 y 2008**

La delimitación de las coberturas de bosque primario, se ha realizado por interpretación visual de las imágenes digitales, para tal fin se adoptó la clave de caracterización de la cobertura forestal basado en los criterios según la tabla 1.

El análisis y la digitalización ha sido realizado a una escala de trabajo de 1:50,000 con el uso del software (SIG) ArcMap 9.2; para lo cual se ha admitido como unidades despreciables, aquellos elementos con áreas menores a 1 ha, así mismo la verificación de dichas áreas se hizo con un recuadro digital de 0.2 cm * 0.2 cm aproximadamente. Todo este procedimiento se ha iniciado con la imagen de satélite del año 1986, posteriormente se ha realizado lo mismo con las imágenes de los años 1996, 2006 y finalmente con la imagen del año 2008.

A continuación, en el gráfico N° 02, se esquematiza el procedimiento que se ha empleado para la digitalización de las coberturas de bosque primario:

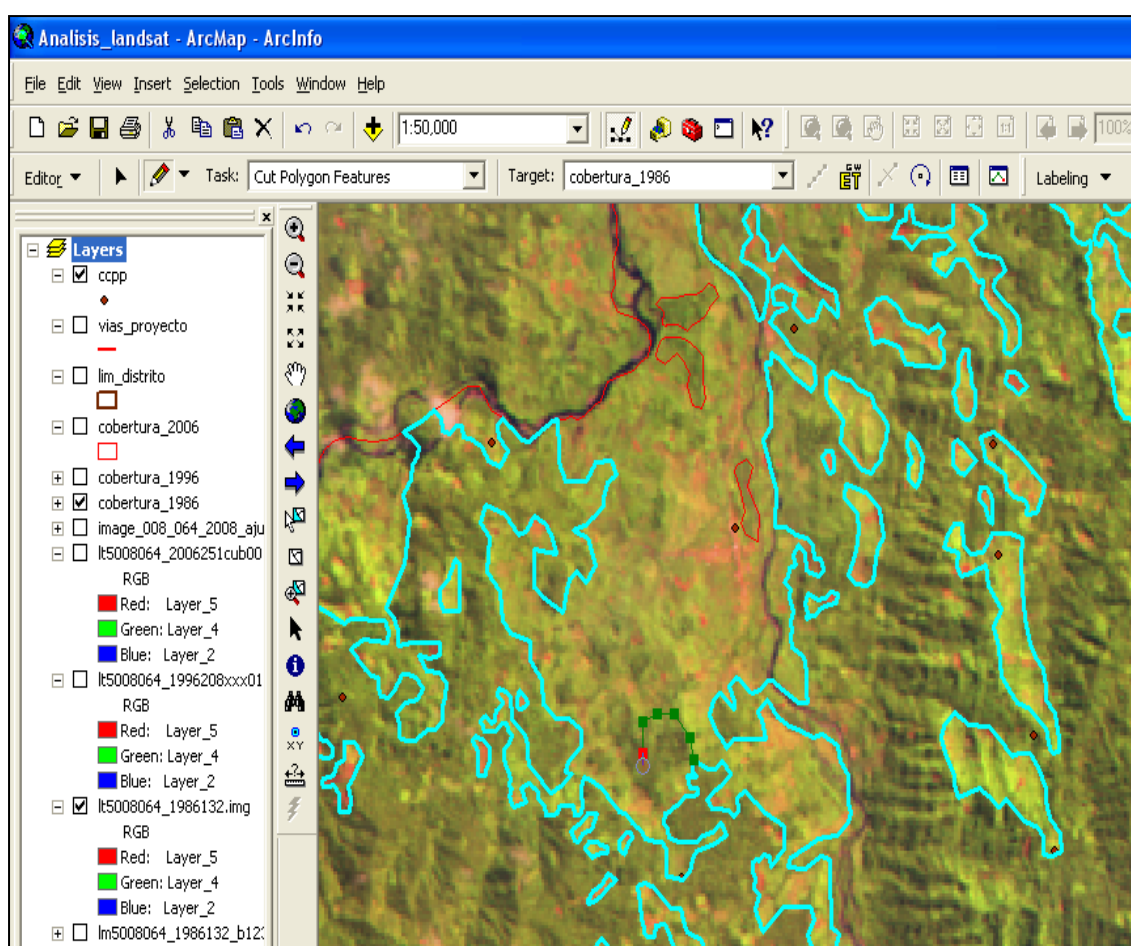


Gráfico 2: Digitalización de las coberturas de bosque Primario en la combinación de bandas 5-4-2 de la imagen Landsat 5.

Luego de formar las cuatro coberturas bosques primario, tanto del año 1986, 1996, 2006 y 2008, han sido acopladas para analizar las inconsistencias de interpretación, luego se ha codificado los registros de la base de datos digital, posteriormente se ha elaborado la matriz de cambios de la cobertura forestal para el distrito de Soritor.

Tabla 1

Clasificación de la cobertura de bosque primario y aéreas deforestadas a nivel de clases según las imágenes satelitales Landsat.

CLASE	SUBCLASE	CRITERIOS DE INTERPRETACION VISUAL	COMBINACIÓN DE BANDAS ESPECTRALES EN FALSO COLOR
BOSQUE PRIMARIO	1. Bosque húmedos tropicales de montañas altas	1. Textura rugosa 2. color verde oscuro 3. Estructura homogénea	5 - 4 - 2
		1. Textura rugosa 2. Color marrón oscuro 3. Estructura homogénea	4 - 5 - 2
DEFORESTACIÓN	4 Vegetación Secundaria	1. Textura mediamente fina. 2. Color verde claro 3. Estructura heterogénea	5 - 4 - 2
	3. Agricultura y/o pastos	1. Textura mediamente fina. 2. Color rosado claro y beis 3. Estructura heterogénea	4 - 4 - 2
		1. Textura mediamente fina. 2. Color verde claro 3. Estructura heterogénea	4 - 5 - 2
	4.- Área Urbana	1. Color rosado claro 2. Estructura cuadricular	5 - 4 - 2
CUERPOS DE AGUA	5. Agua y zonas pantanosas	1. Textura fina 2. Color azul oscuro	5 - 4 - 2

F

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Elaboración de los mapas de deforestación de los años 1986, 1996, 2006 y 2008.**

Luego de la delimitación de las coberturas de bosque primario para los años indicados y la sistematización de la base de datos según los estándares del entorno SIG; como generar los campos respectivos para la codificación, descripción, cálculo de áreas y porcentajes de la coberturas correspondientes; se ha procedido a la elaboración de la cartografía sobre la deforestación del distrito en lo correspondiente a los años 1986, 1996, 2006 y 2008 empleando los criterios cartográficos necesarios para el despliegue óptimo de la información generada.

2.5. Elaboración de mapas.

Conteniendo imágenes de satélite, cobertura forestal y zonas intervenidas matriz de cambios en los periodos de análisis. Los mismos que han sido impresos a una escala de 1: 50 000. Los mapas producidos son los siguientes:

- Elaboración de cuatro mapas con la imagen Landsat del distrito de Soritor, (mosaico de imágenes TM de los años 1986, 1996, 2006 y 2008) Path 008 – Row 064
- Elaboración de cuatro mapas de deforestación del distrito de Soritor, referente a los años 1986, 1996, 2006 y 2008.
- Elaboración de un mapa de deforestación del distrito de Soritor correspondiente al periodo 1986 - 2008.
- Elaboración de un mapa de evolución de la deforestación respecto al incremento de la ocupación del territorio del distrito por los centros poblados en el periodo 1986 - 2008.

2.6. Verificación de Campo.

Para las verificaciones de campo, se ha trasladado hasta la misma zona de estudio (Soritor), donde se ha realizado recorridos para verificar algunos patrones de cobertura forestal, guiados por la imagen de satélite de los años 1986, 1996, 2006 y 2008 se han ubicado las áreas a verificar y con la ayuda del GPS se han tomado las coordenadas del lugar las mismas que han servido para la interpretación en gabinete.

En las salidas de campo se han recogido información de los habitantes que están establecidos en las franjas (aledañas a las carreteras), con la finalidad de buscar opiniones propias de los lugareños y rescatar información primaria. Para la ejecución de la interpretación de la cobertura de bosque se han verificado 10 puntos representativos del área de estudio.

Se recolectarán otros datos tales como:

- Condiciones socio – económicas
- Uso de la tierra
- Programas de reforestación.

Biodiversidad de la zona y otros que se consideren relevantes, para el análisis de los cambios en la cobertura forestal. Los errores de interpretación se han minimizado con este procedimiento.

2.7. Análisis cuantitativo de la tasa de deforestación anual.

Se han aplicado las fórmulas para obtener los siguientes datos:

Tasa promedio de la deforestación en hectáreas por año.

D_p = Deforestación por periodos en Ha

P_e = Periodo de evaluación en años

T_{def} = Tasa promedio de la deforestación anual

$$T_{def} = D_p / P_e$$

Tasa de la deforestación en porcentaje por año

A_d = Área distrital

T_{def} = Tasa promedio de la deforestación en años

P_{def} = Tasa promedio de la deforestación anual en porcentaje

$$P_{def} = (T_{def} * 100) / A_d$$

Seguidamente, se ha realizado el cálculo del incremento de la deforestación en relación al bosque original, haciendo uso de la tasa anual reportada. Para ello se han utilizado los siguientes datos:

T_{def} = Tasa promedio de la deforestación anual

B_i = Bosque inicial (Año 1986)

ΔDef = Incremento porcentual de la deforestación anual en relación al bosque original para los periodos analizados.

$$\Delta Def = (T_{def} * 100) / B_i$$

2.8. Análisis estadístico de la información generada

2.8.1. Variables correlacionadas.

Variable independiente (X) : Población de Soritor.

Variable dependiente (g)	: Bosque primario (387.76k ² m).
Variables interviniente (z)	: Calidad de las imágenes de satélite LANDSAT TM5 (años 1986, 1996, 2006,2008).

2.8.2. Diseño experimental.

Investigación no experimental.

Modelo de regresión lineal simple

Se ha analizado el comportamiento de la cobertura de bosques primarios VS el incremento de la población.

- Se ha trazado un diagrama de dispersión con la finalidad de indicar la tendencia de la variable dependiente (Y = bosque primario), en relación a la variable independiente (X= población de los años de estudio).
- Se ha calculado la recta de regresión con el fin de predecir el retroceso de las coberturas de bosque primario respecto a aumento de la población.

$$y = a + bx; \quad x = \text{Población estimada que afecta a la variable bosque primario (Y)}$$

Dónde.

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

$$b = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum(x_i - \bar{x})^2}$$

- Se ha calculado el coeficiente de correlación con la finalidad de interpretar la relación entre la variable población y bosque primario.

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\left[\sum(x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum(y_i - \bar{y})^2\right]^{1/2}}$$

- Se ha estimado el año de colapso de los bosques naturales en relación al incremento de la población.

$$\triangle y = b(x)$$

Donde:

$$\triangle y = \text{Incremento de Y.}$$

b = Coeficiente de regresión / regresión, significa que por cada aumento en una unidad de X en promedio se produce un aumento en Y.

x = Incremento de la población (Se calculara la proyección de la población)

2.8.3. Población

N = 23320 habitantes

Muestra :

N = 23320 habitantes

Por tanto :

N = n

2.8.4. Tipo de investigación.

De acuerdo a la orientación : Aplicada

De acuerdo a la técnica de contrastación : No experimental.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Del análisis de la degradación de los bosques primarios en el distrito Soritor (1986-2008).

3.1.1. Aspectos físicos y Socioeconómicos que condicionan el proceso de deforestación y/o degradación de los bosques primarios en el distrito Soritor:

Los aspectos generales están referidos a las características sobre el aspecto físico como: Clima, flora y fauna, fisiografía, hidrología, tipo de suelos y los aspectos socioeconómicos del distrito, cuya información es relevante para explicar la influencia de la dinámica socioeconómica en el proceso de deforestación y/o degradación de los bosques primarios. La información socioeconómica ha sido extraída del XI Censo de población y vivienda 2007 y se describen de forma sintética en las siguientes tablas:

Tabla 2

Aspectos físicos del distrito Soritor.

DISTRITO		SORITOR		
CARACTERISTICAS				
Clima	Semi Húmedo al Norte	T°	PP (mm)	Altitud.
	Muy Húmedo al Sur			(m.s.n.m.).
		17 y 22	1700 y 2500	900 - 2500
Vías de Acceso	Moyobamba - Calzada- Habana - Soritor (20 Km).			
Flora y Fauna	Variada			
Relieve	Accidentado por las cordillera oriental y sub andina plano formado por el valle del río Mayo			
Hidrología	Dos ríos principales (Ochque y Indoche) 12 tributarios principales que desembocan en el río Ochque y 10 tributarios principales que desembocan en el río Indoche.			
Suelos	Por lo general son de naturaleza arcillosa y franco arcillosa			

Fuente: ZEE – Alto Mayo 2007.

Tabla 3*Población 2007 de los distritos de la prov. Moyobamba.*

Moyobamba	Superficie km2	Población	Densidad Pob.
TOTAL PROVINCIA	3,772.31	115,864	30.71
Moyobamba	2,737.57	65,635	23.98
Calzada	116.89	4,045	34.60
Habana	91.25	1,727	18.93
Jepelacio	360.03	18,338	50.93
Soritor	577.35	23,320	40.39
Yantaló	71.73	2,779	38.70

Fuente: XI Censo de población 2007 - INEI

Tabla 4*Población migrante del distrito Soritor – 2007.*

VARIABLE INDICADOR	Distrito Soritor		Provincia Moyobamba	
	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%
POBLACION INMIGRANTE 3/(por lugar de nacimiento)	11479	49.2	51628	44.7
POBLACION INMIGRANTE 3/(por lugar de residencia 5 años antes)	3481	17.1	16228	16
Hogares con algún miembro en otro país	504	9.2	1865	6.8

Fuente: XI Censo de población 2007 - INEI

Tabla 5*Población, según grupos de edad, del distrito Soritor - 2007*

P: Edad en grupos de 10 años	P: Según Sexo			%
	Hombre	Mujer	Total	
De 0 a 9 años	3,068	2,983	6,051	25.95
De 10 a 19 años	2,922	2,776	5,698	24.43
De 20 a 29 años	2,051	1,922	3,973	17.04
De 30 a 39 años	1,637	1,518	3,155	13.53
De 40 – 99	2,390	2,053	4,443	19.05
Total	12,068	11,252	23,320	100

Fuente: XI Censo de población 2007 - INEI

Tabla 6*Población Económicamente Activa (PEA), del distrito Soritor – 2007.*

VARIABLE INDICADOR	Distrito Soritor	
	Cifras absolutas	%
TASA DE ACTIVIDAD DE LA PEA	7961	53.9
HOMBRES	6222	80.5
MUJERES	1739	24.7

Fuente: XI Censo de población 2007 - INEI

Tabla 7*PEA, según actividades económicas, del distrito Soritor – 2007.*

VARIABLE INDICADOR	Distrito Soritor	
	Cifras absolutas	%
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	5541	71.1
Pesca		
Explotación de minas y canteras	1	0
Industrias manufactureras	192	2.5
Suministro de electricidad, gas, agua	4	0.1
Construcción	173	2.2
Comercio	552	7.1
Venta mantenimiento y repuesto de vehículos auto y motos	73	0.9
Hoteles y Restaurantes	176	2.3
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	235	3
Intermediación financiera	3	0
Actividad inmobiliaria, empresas y alquileres	29	0.4
Administración pública y defensa ;p. seguro social afiliado	48	0.6
Enseñanza	267	3.4
Servicios sociales y de salud	46	0.6
Otras actividades servicios común, soc y personales	58	0.7
Hogares privados con servicio doméstico	152	2
Organización y órganos extraterritoriales		
Actividad económica no especificada	244	3.1

Fuente: XI Censo de población 2007 - INEI

Tabla 8

Combustible usado para cocinar en los hogares, del distrito Soritor.

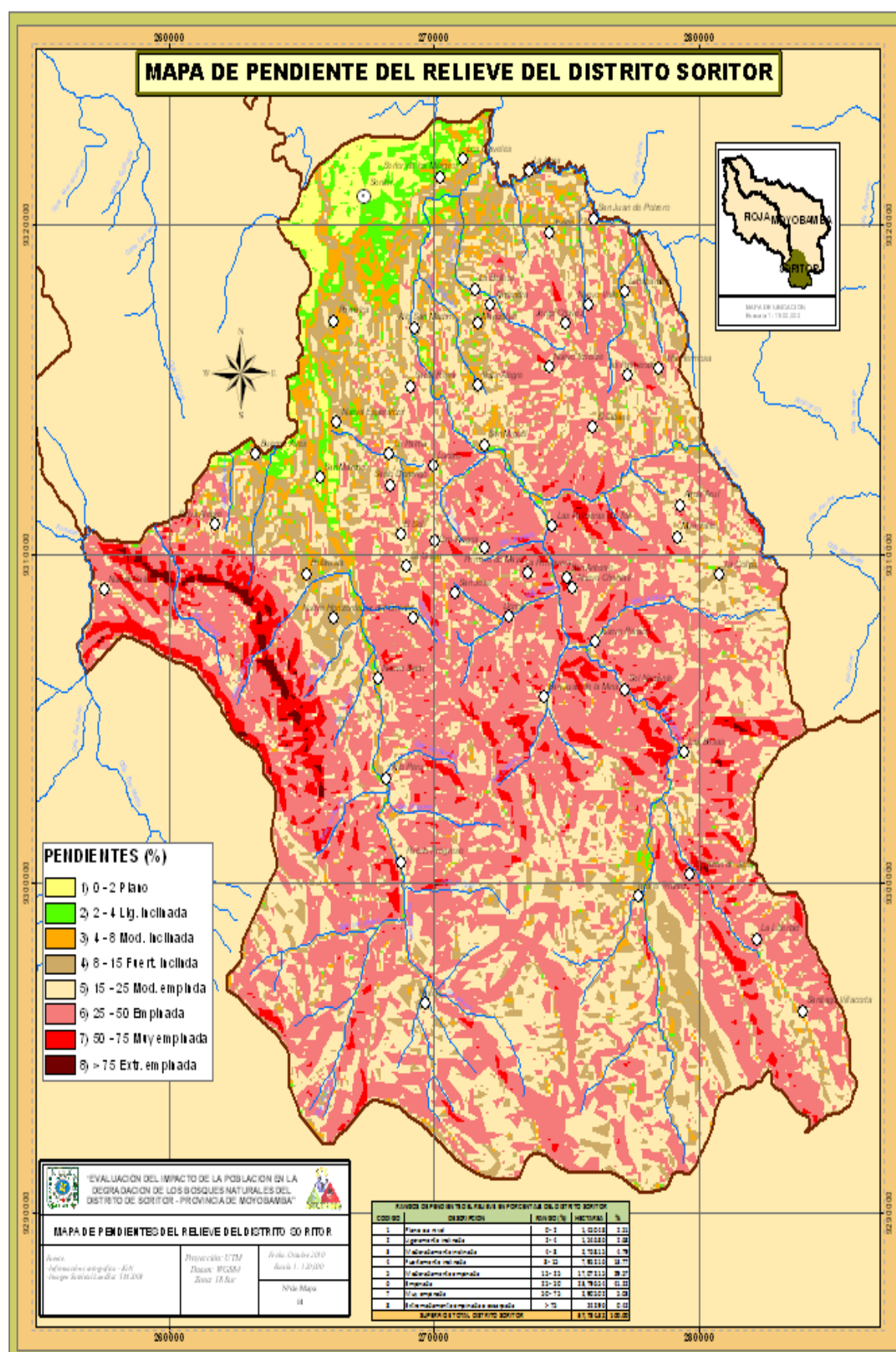
COMBUSTIBLE O ENERGIA USADO PARA COCINAR	Provincia Moyobamba	%	Distrito Soritor	%
Gas	9159	33.3	1272	23.2
Leña	17180	62.4	4033	73.7
Bosta	13	0.0	2	0
Kerosene	62	0.2	18	0.3
Carbón	108	0.4	23	0.4
Electricidad	108	0.4	21	0.4

Fuente: XI Censo de población 2007 - INEI

3.1.2. Pendiente del relieve

El relieve del distrito presenta 08 categorías de pendiente que van desde plano o a nivel hasta pendientes extremadamente escarpadas. Los tipos de pendiente han sido calculados en porcentaje de inclinación, (ver tabla N° 09) las mismas que han sido modeladas cartográficamente en base a un modelo de elevación digital del terreno del satélite SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission).

La pendientes planas a moderadamente empinadas con rangos que van desde 0 a 25 % de inclinación constituyen el 52.86 % (30,514.74 ha) del ámbito del distrito Soritor y de las cuales el 51.50 % (15,715.79 ha) se encuentran intervenidas. Las zonas con pendiente de categoría empinadas que constituyen el 41.94 % (24,213.52 ha), del ámbito distrital son zonas que, según el presente estudio, presentan 6,473.48 ha intervenidas que representan el 26.73 % del total de esta categoría, es necesario considerar que la pendiente es un factor que condiciona la dinámica de la deforestación en la medida que esté asociado a otros factores principalmente a la apertura de carreteras y a la particularidad de la población migrante que tiende a buscar, en primera medida, zonas con pendientes relativamente moderadas para el establecimiento y/o incremento que la frontera agrícola, aunque es necesario indicar que no es un factor absolutamente limitante para que una zona sea deforestada, (ver mapa N° 01).



Mapa 1: Mapa de pendientes del relieve del distrito Soritor

Tabla 9*Tipos y rangos de pendiente del relieve en el distrito Soritor*

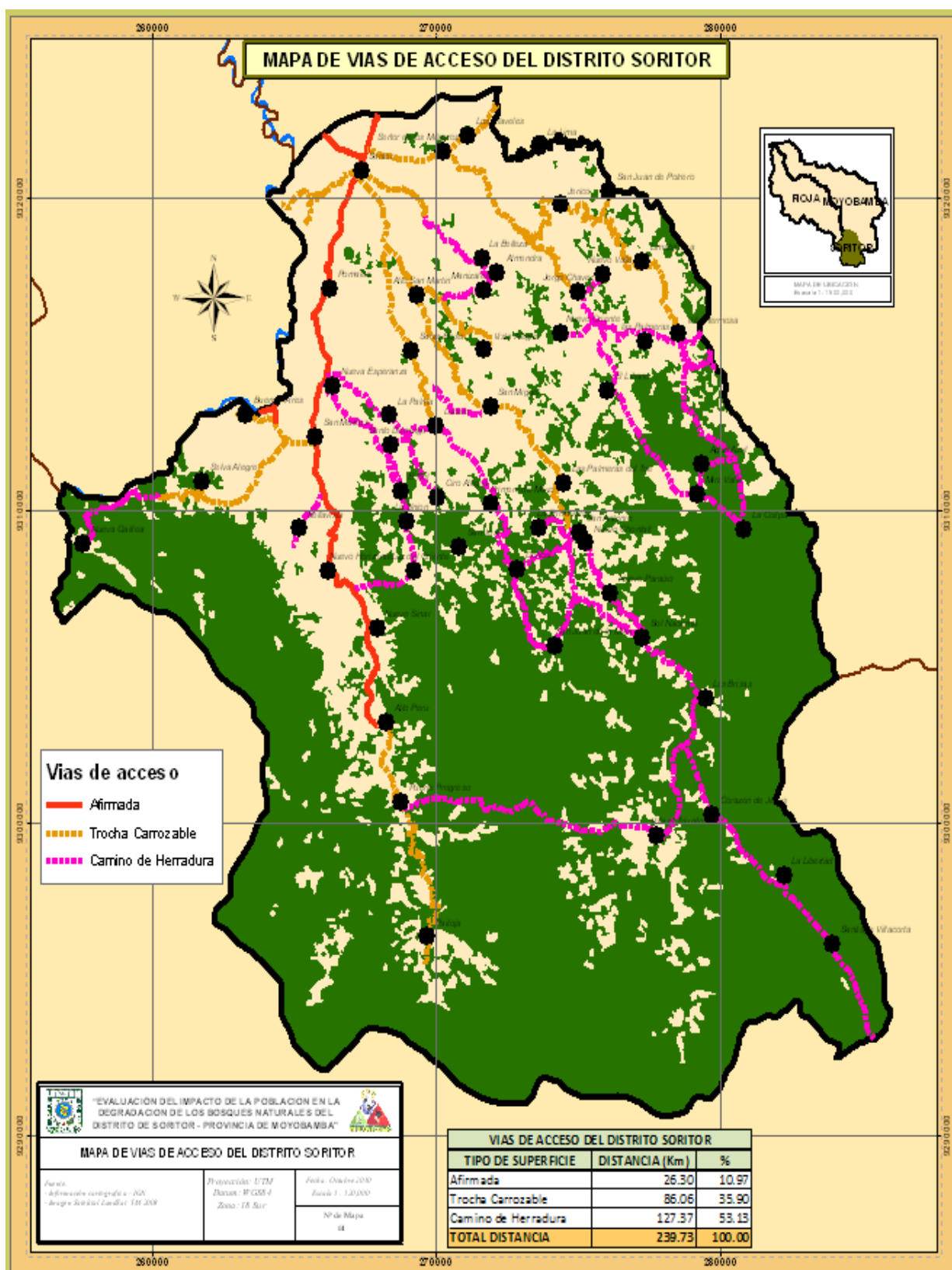
RANGOS DE PENDIENTE DEL RELIEVE EN PORCENTAJE DEL DISTRITO SORITOR				
CODIGO	DESCRIPCION	RANGO (%)	HECTAREA	%
1	Plano o a nivel	0 - 2	1,505.17	2.61
2	Ligeramente inclinada	2 - 4	1,529.56	2.65
3	Moderadamente inclinada	4 - 8	2,714.11	4.70
4	Fuertemente inclinada	8 - 15	7,765.25	13.45
5	Moderadamente empinada	15 - 25	17,000.71	29.45
6	Empinada	25 - 50	24,213.52	41.94
7	Muy empinada	50 - 75	2,774.93	4.81
8	Extremadamente empinada o escarpada	> 75	231.94	0.40
SUPERFICIE TOTAL DISTRITO SORITOR			57,735.18	100.00

3.1.3. Vías de acceso

La infraestructura territorial, específicamente las vías de acceso es otro factor que condiciona el proceso de deforestación, en el caso del distrito Soritor que presenta relativamente un alto indicador de población migrante (17.1 %), teniendo que este dato se refiere a la población cuya residencia cinco años antes del censo 2007 estaba fuera del distrito y de la región, es necesario considerar que el 53 % de la vías de acceso son caminos de herradura y conectan una vasta zona del distrito, específicamente la cabeceras del río Indoche y Ochque, zonas en donde el proceso de deforestación está muy activo (ver mapa N° 2)

Tabla 10*Vías de acceso del distrito Soritor*

VÍAS DE ACCESO DEL DISTRITO SORITOR		
TIPO DE SUPERFICIE	DISTANCIA (Km)	%
Afirmada	26.30	10.97
Trocha Carrozable	86.06	35.90
Camino de Herradura	127.37	53.13
TOTAL DISTANCIA	239.73	100.00



Mapa 2: Mapa de vías de acceso del distrito Soritor

3.2. Caracterización y análisis de la deforestación en el periodo (1986 - 2008) en base a la interpretación de las imágenes satelitales y elaboración cartográfica.

3.2.1. Procesamiento digital de las imágenes Landsat.

Para realizar la interpretación de las imágenes Landsat ha sido necesario realizar un previo procesamiento de las imágenes adquiridas, para esto se ha realizado los realces radiométricos necesarios a las imágenes de satélite y así resaltar mejor las diversos colores, tonos y texturas para la interpretación visual.

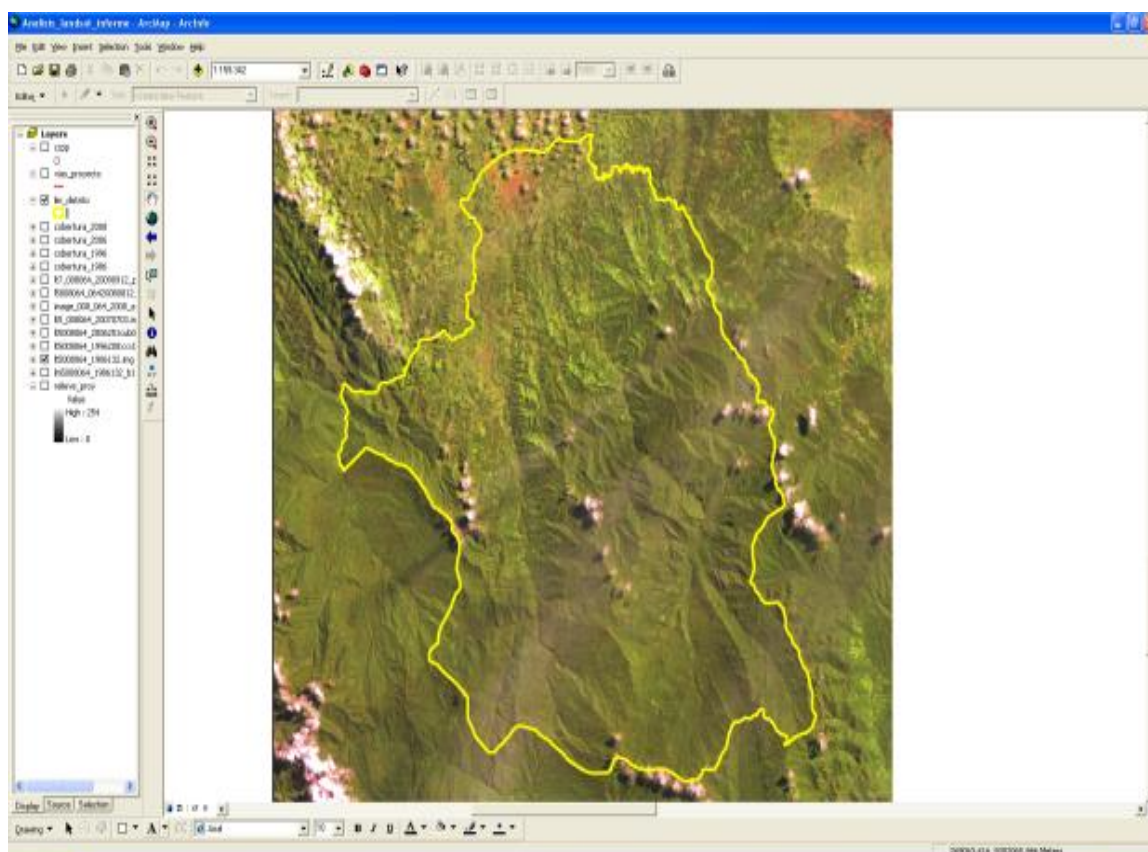


Gráfico 3: Imagen Landsat 5 – 1986 sin realce radiométrico.

En la imagen Landsat 5 del año 1986 del gráfico 3, de combinación 5 - 4 - 2, las tonalidades de verdes y otras matices no se contrastan de la mejor manera esto se debe a que sus valores radiométricos, es decir los valores de los pixeles, de las bandas espectrales 5 (Infrarrojo medio) 4 (Infrarrojo cercano) 2 (Verde) asignados a los cañones del monitor Rojo, verde y azul respectivamente y que varían en un rango del 0 a 255 muestran un desplazamiento o aglomeración en la barras de los histogramas respectivos. (Ver gráfico 4)

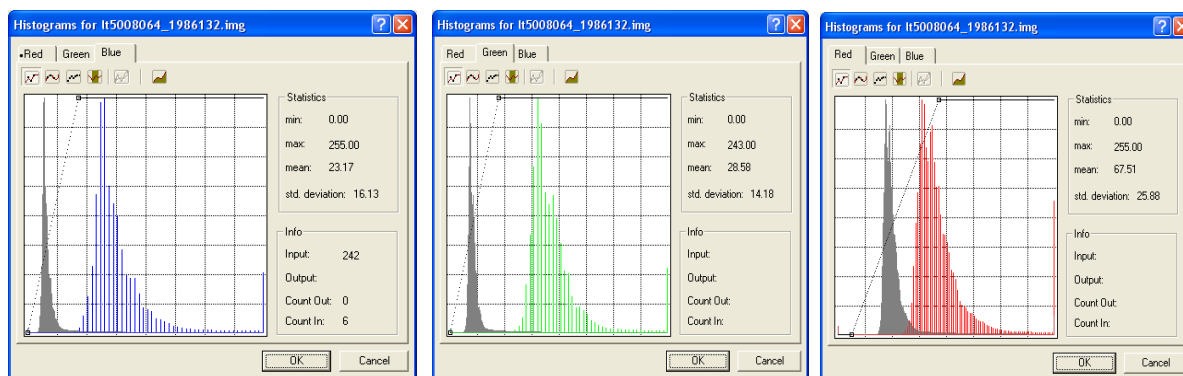


Gráfico 4: Histogramas de los valores radiométricos de la imagen Landsat 5 – 1986 sin realce.

En la imagen Landsat 5 del año 1986 del gráfico 5, de combinación 5 - 4 - 2, las tonalidades de verdes y otras matices presentan un contraste más óptimo para la interpretación visual, esto se debe a que sus valores radiométricos, es decir los valores de los píxeles, de las bandas espectrales 5 (Infrarrojo medio) 4 (Infrarrojo cercano) 2 (Verde) asignados a los cañones del monitor Rojo, verde y azul respectivamente y que varían en un rango del 0 a 255 muestran una distribución más amplia en el eje x de los histogramas respectivos por lo tanto un mejor contraste. (Ver gráfico 6)

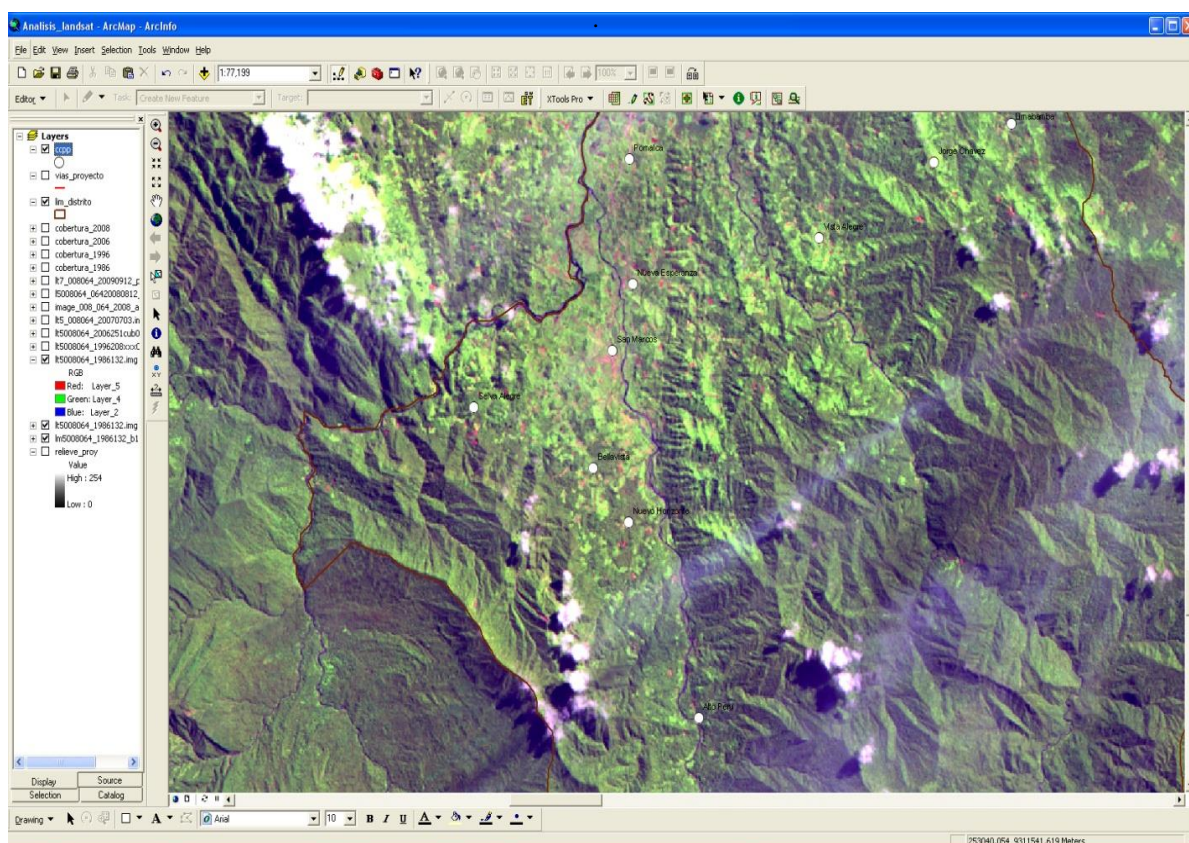


Gráfico 5: Imagen Landsat 5 – 1986 con realce radiométrico

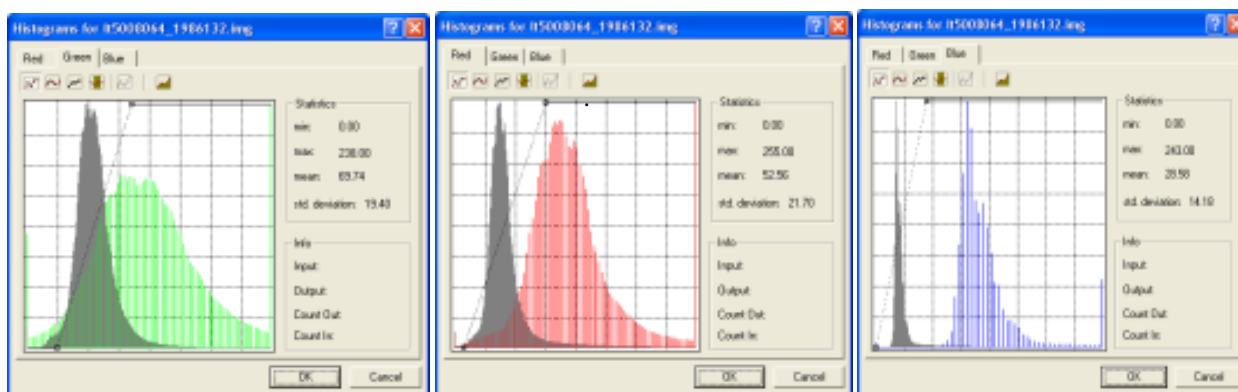


Gráfico 6: Histogramas de los valores radiométricos de la imagen Landsat 5 – 1986 con realce radiométrico.

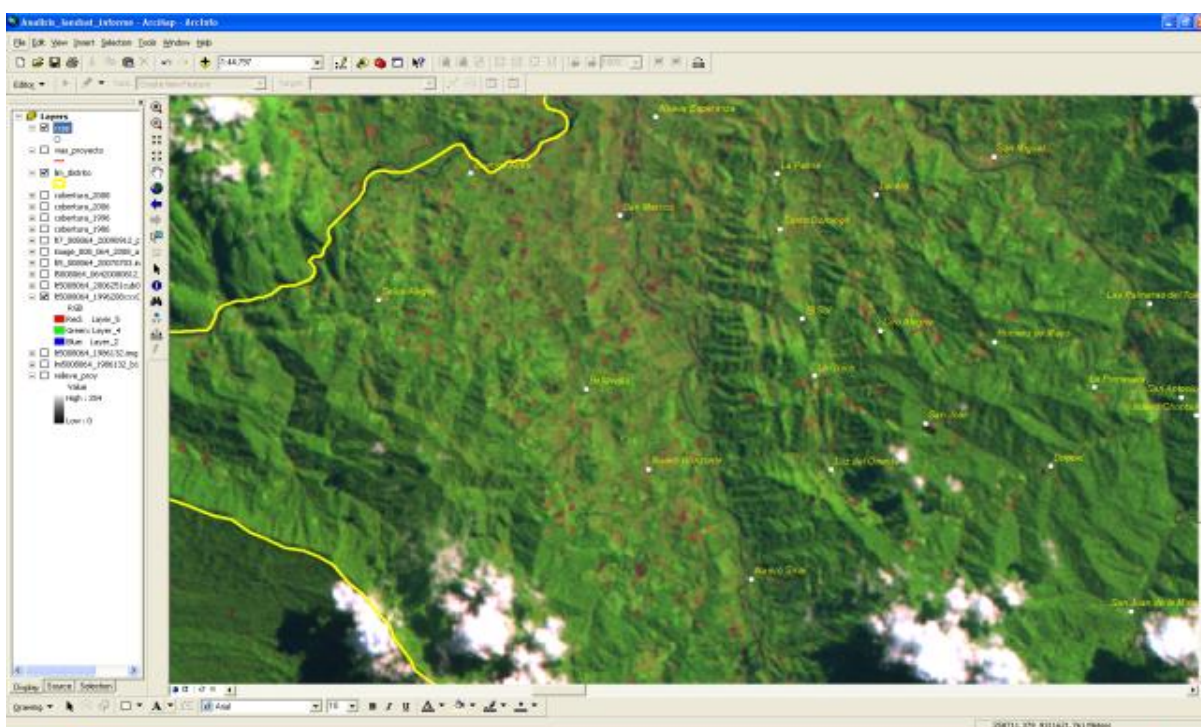


Gráfico 7: Imagen Landsat 5 – 1996 sin realce radiométrico

Otro ejemplo del realce radiométrico se observa en la imagen Landsat 5 del año 1996 del gráfico 7, de combinación 5 - 4 - 2, las tonalidades de verdes y otras matices presentan un contraste bajo, esto se debe a que los valores radiométricos, de las bandas espectrales 5 (Infrarrojo medio) 4 (Infrarrojo cercano) 2 (Verde) asignados a los cañones del monitor Rojo, verde y azul respectivamente cuyos valores varían en un rango del 0 a 255, este rango representa los valores de las tonalidades que van desde el tono más oscuro con valor cero hasta el tono más claro de valor 255, y como se observa en las barras del histograma de esta imagen (Gráfico 8), las barras del histograma del color rojo (asignado con la banda 5) y Azul (asignado con la banda 2)

muestran un desplazamiento o aglomeración hacia el valor cero del eje x del histograma por lo tanto presentan un contraste menor.

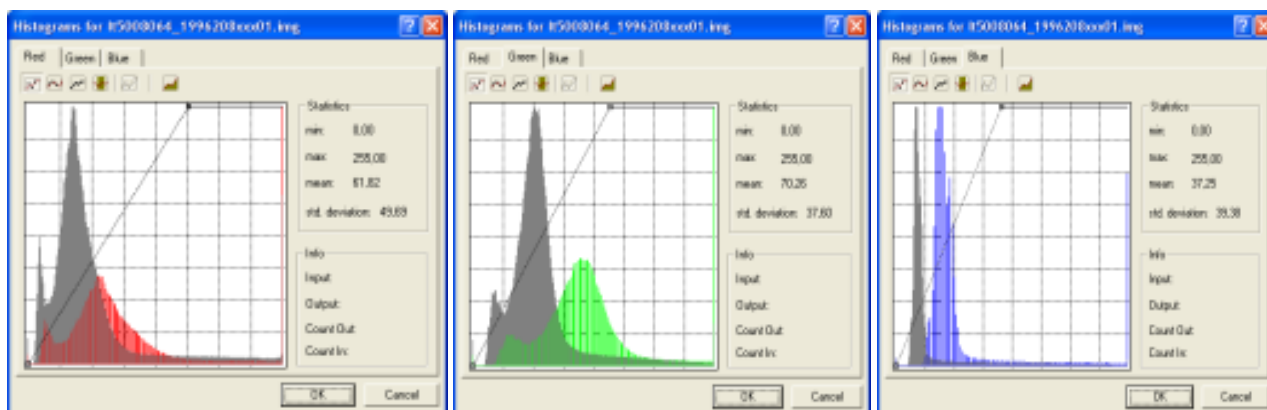


Gráfico 8: Histogramas de los valores radiométricos de la imagen Landsat 5 – 1996 sin realce radiométrico.

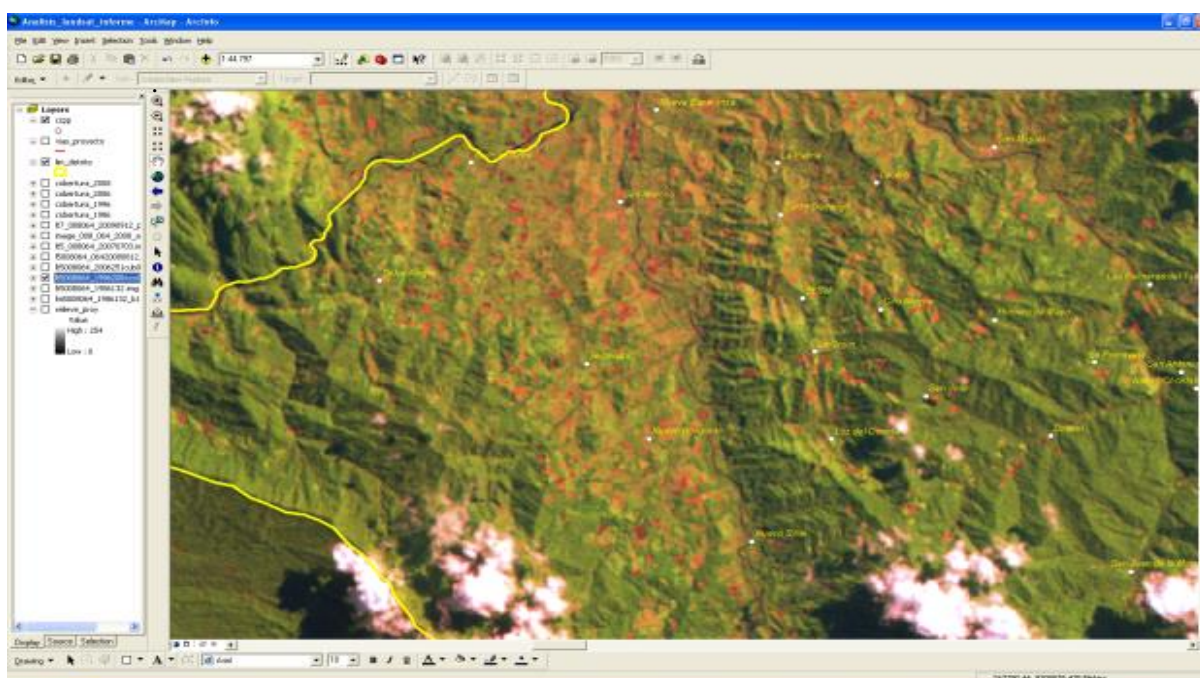


Gráfico 9: Imagen Landsat 5 – 1996 con realce radiométrico.

En la imagen Landsat 5 del año 1996 del gráfico 9, de combinación 5 - 4 - 2, las tonalidades presentan un contraste mas optimo, respecto a la imagen del grafico N° 6 con la misma combinación de bandas, los valores radiométricos, de las bandas espectrales 5 (Infrarrojo medio) 4 (Infrarrojo cercano) 2 (Verde) asignados a los cañones del monitor Rojo, verde y azul respectivamente muestran en las barras del histograma (Gráfico 10) un desplazamiento más amplio en el eje x del histograma por lo tanto presentan un mejor contraste.

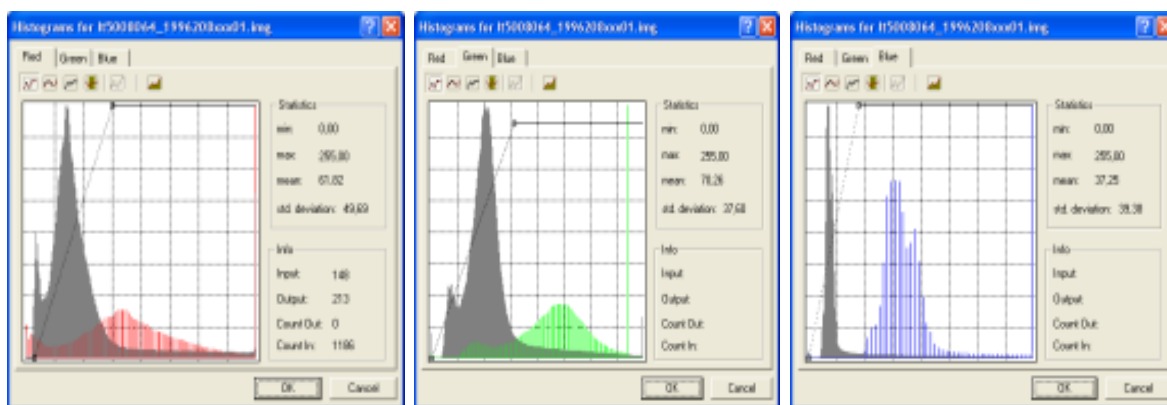


Gráfico 10: Histogramas de los valores radiométricos de la imagen Landsat 5 – 1996 con realce radiométrico.

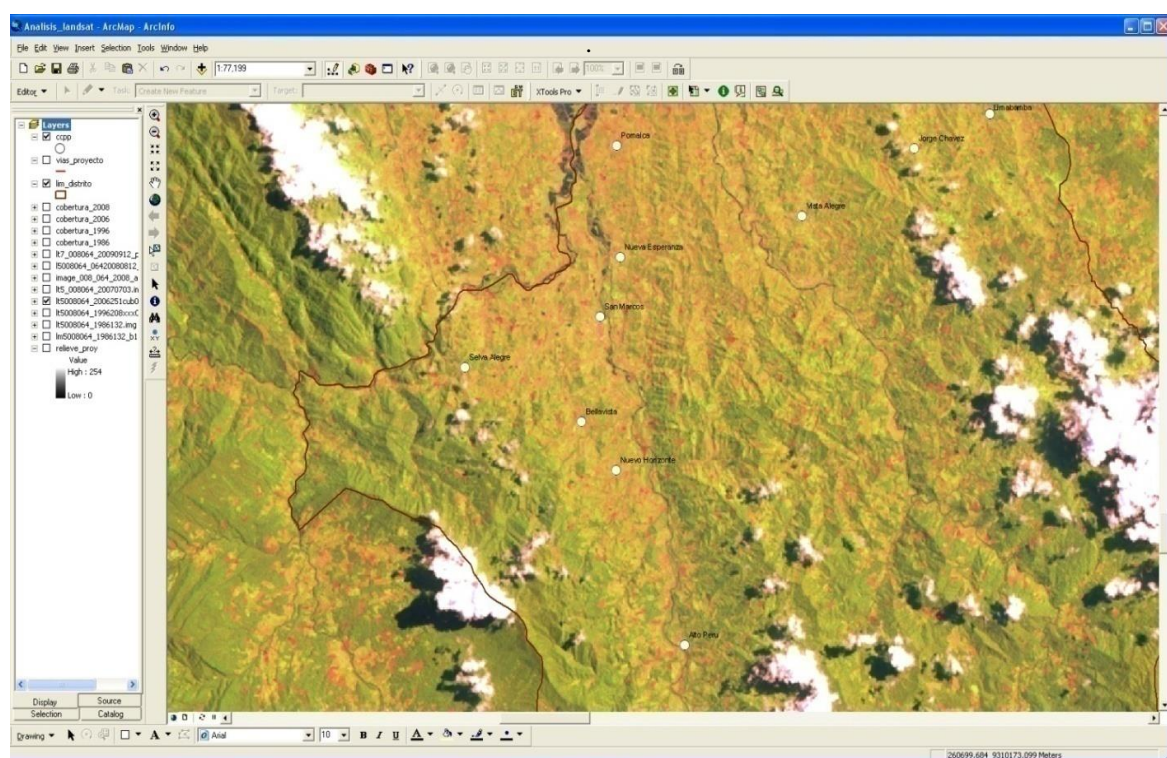


Gráfico 11: Imagen Landsat 5- 2006 con realce radiométrico, combinación 5 - 4 - 2.

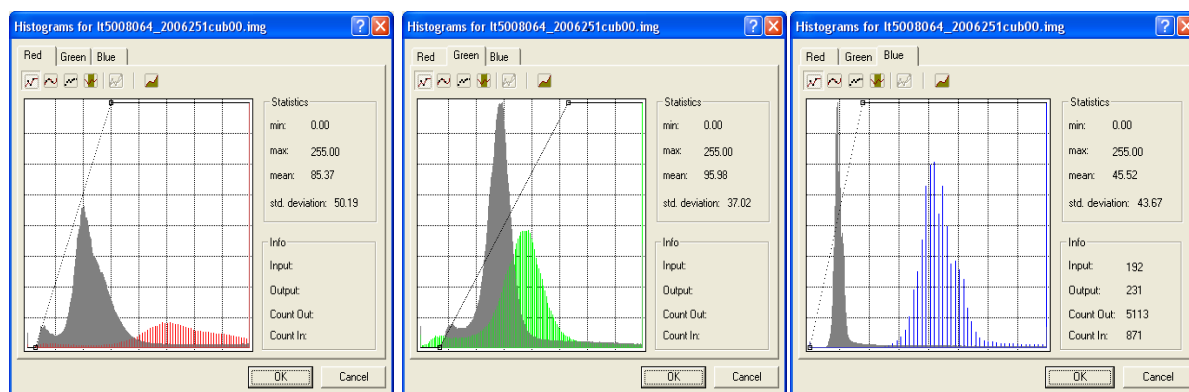


Gráfico 12: Histogramas de los valores radiométricos de la imagen Landsat 5 – 2006 con realce radiométrico.

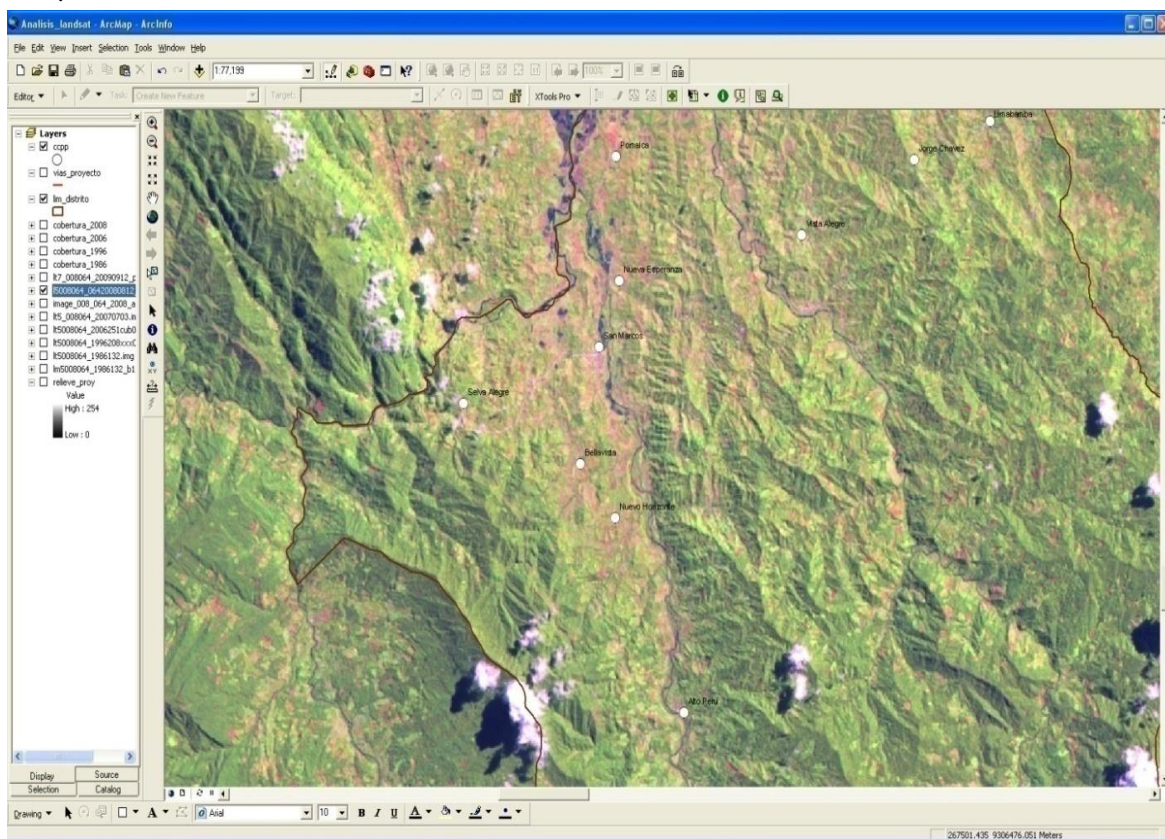


Gráfico 13: Imagen Landsat 5- 2008 con realce radiométrico, combinación 5 - 4 - 2.

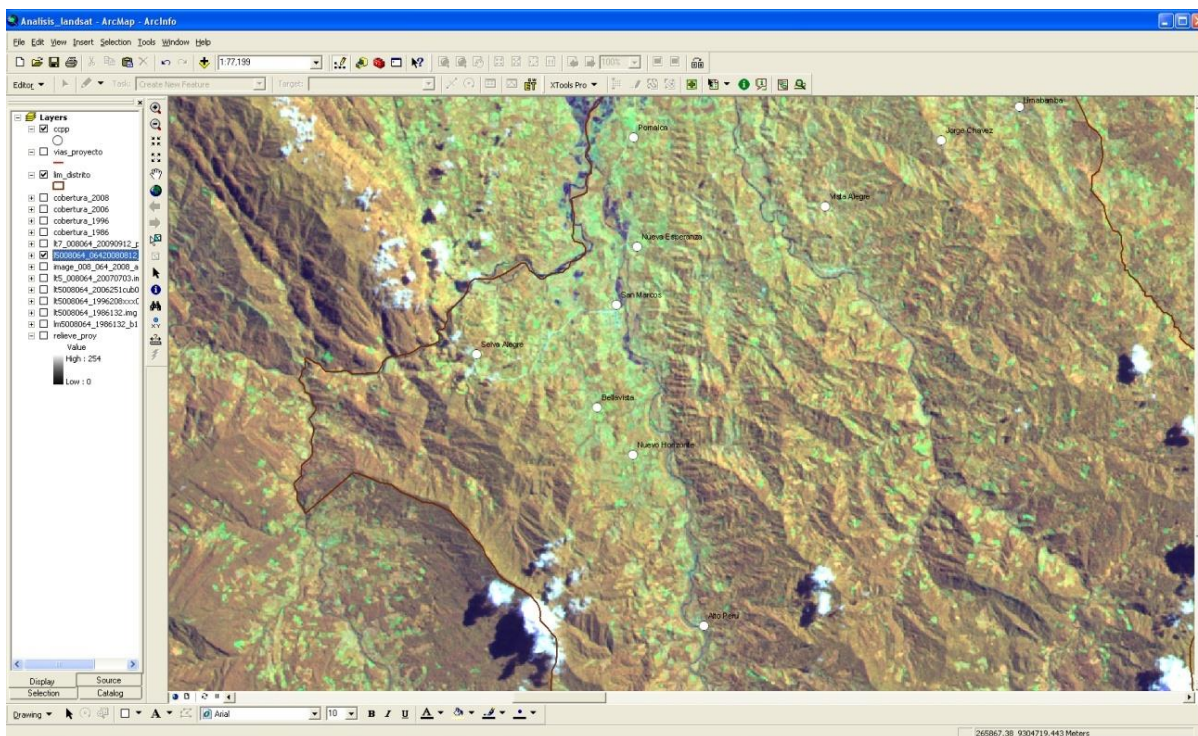


Gráfico 14: Imagen Landsat 5- 2008 con realce radiométrico, combinación 4 - 5 - 2.

3.2.2. Caracterización general de las imágenes Landsat 5 TM.

A. Lista de las imágenes Landsat 5 utilizadas:

La lista de las imágenes Landsat 5 TM que se presentan en la tabla N° 9, han sido descargadas del servidor web perteneciente al Departamento Geológico de los Estados Unidos – USGS y corresponde a las imágenes de distribución gratuita cuya descarga se ha realizado en 7 bandas individuales para cada fecha correspondiente.

Tabla 11

Lista de imágenes Landsat 5 TM utilizadas

IMÁGENES LANDSAT 5 TM UTILIZADAS			
SISTEMA	PATH	ROW	FECHA
LANDSAT 5 TM	008	064	12/05/1986
			26/07/1996
			08/09/2006
			12/08/2008

Fuente: Departamento Geológico de los Estados Unidos – USGS.

B. Características básicas de las imágenes Landsat 5:

Las bandas espectrales que se presentan en la tabla N° 12 corresponde al sensor multiespectral Thematic Mapper (Mapeador temático) del satélite Landsat 5 cuyas bandas están distribuidas en siete rangos espectrales que van desde 0.40 μm (nanómetro) hasta 12.50 μm del espectro electromagnético.

Tabla 12

Características espectrales de la imágenes Landsat 5 TM

CARASCTERISTICAS DE LAS BANDAS LANDSAT 5 TM			
N° DE BANDA	RANGO ESPECTRAL (μm)	ZONA DEL ESPECTRO	RESOLUCION
1	0.40 - 0.515	Azul visible	30 m
2	0.525 - 0.605	Verde visible	
3	0.630 - 0.690	Rojo visible	
4	0.775 - 0.900	Infrarrojo cercano	
5	1.55 - 1.750	Infrarrojo medio	
6	10.40 - 12.50	Infrarrojo térmico	
7	2.090 - 2.35	Infrarrojo medio	

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Delimitación de las coberturas de bosque y aéreas intervenidas.

A. Análisis visual de las imágenes.

El análisis visual de imágenes se ha realizado empleando tres bandas espectrales del sensor Landsat 5 TM:

La banda espectral del Infrarrojo medio (5).- Esta es una de las bandas en donde se dan gran reflectancia de la cobertura vegetal, en esta banda se entremezclan los procesos de reflexión de la luz solar y de emisión de la superficie terrestre. Resulta idóneo para estimar contenido de humedad en la vegetación y detección de focos de alta temperatura.

La banda espectral del Infrarrojo cercano (4).- En esta banda espectral es en donde se da la mayor reflectancia de la cobertura vegetal sana respecto al total del espectro electromagnético, a veces se denomina también infrarrojo reflejado o fotográfico, puesto que parte de él puede detectarse a partir de filmes dotados de emulsiones especiales. Resulta de especial importancia por su capacidad para discriminar masas vegetales y concentraciones de humedad.

La banda espectral del Verde visible (2).- En esta banda es en donde se da la mayor reflectancia de la vegetación sana en el rango del espectro visible. Se le denomina con el término visible, por tratarse de una radiación electromagnética que pueden percibir nuestros ojos.

Para la interpretación y análisis visual se le ha hecho coincidir estas bandas con los cañones RGB del monitor, este procedimiento se realiza tanto el software ArcGis 9.2 o Erdas Imagine 9.2.

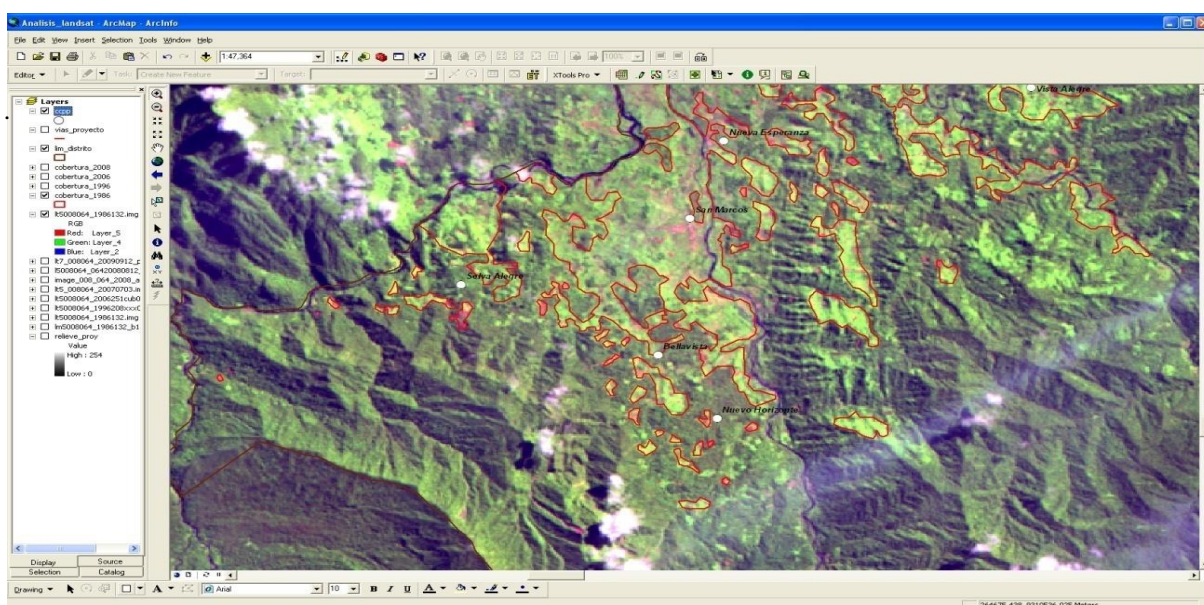


Gráfico 15: Delimitación de las coberturas de Bosque y áreas intervenidas – 1986. Combinación de bandas 5 - 4 - 2.

En la imagen del gráfico 15 del año 1986, en la combinación 5 – 4 – 2, las coberturas de bosques primarios se discrimina por presentar generalmente una tonalidad Verde oscuro, la vegetación secundaria o bosque intervenido presenta una tonalidad verde claro, y las zonas agrícolas presentan tonalidades que van desde el rosado claro, hasta tonalidades beis. Este mismo criterio se ha empleado para las demás imágenes correspondientes a los años 1996, 2006 y 2008

En la combinación de bandas 4 – 5 – 2 (Gráfico 16) también utilizada para el presente análisis, las tonalidades presentes en la imagen de color marrón oscuro corresponden generalmente a las coberturas de bosque primario, para el caso del distrito esto se ha corroborado en el trabajo de campo realizado, las tonalidades de marrón claro corresponde a la vegetación secundaria en donde se encuentran las zonas de bosque secundario, zonas agrícolas de cultivos permanentes entre otras, las tonalidades de color verde claro corresponden generalmente a las zonas de pastizales, es necesario indicar que para el presente análisis tanto la categoría de vegetación secundaria, zonas agrícolas y pastizales han sido delimitadas como una sola categoría de zona intervenida. Este mismo criterio ha sido empleado para la delimitación de las coberturas con las imágenes de los años 1996, 2006 y 2008.

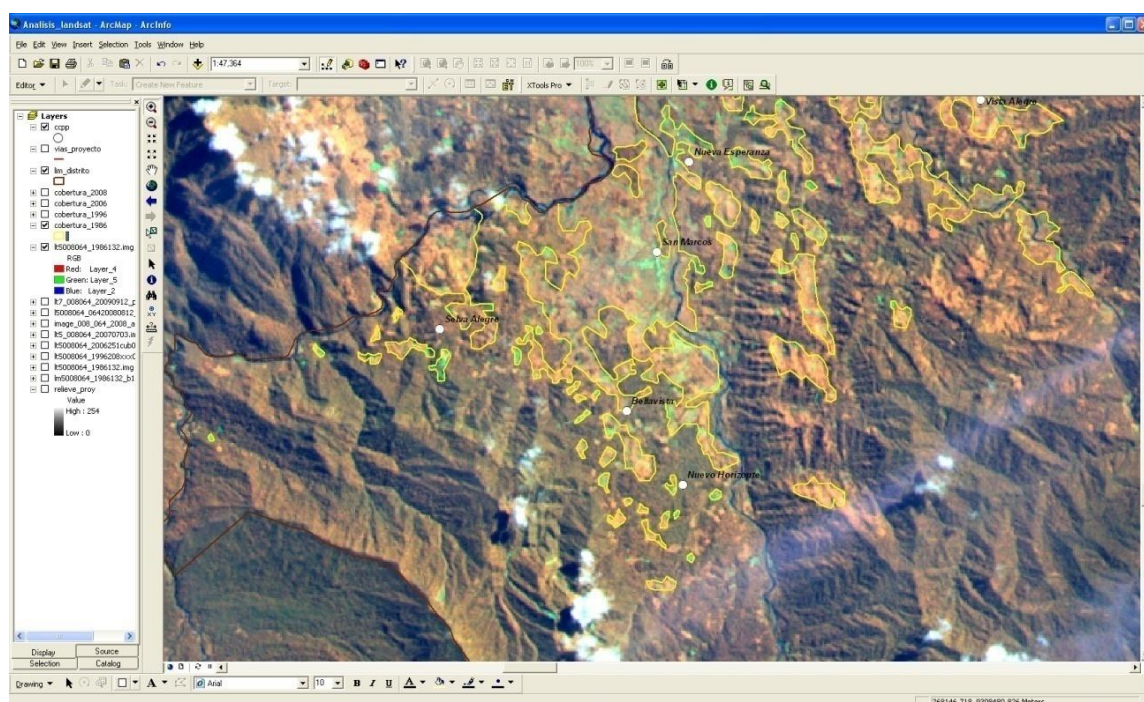
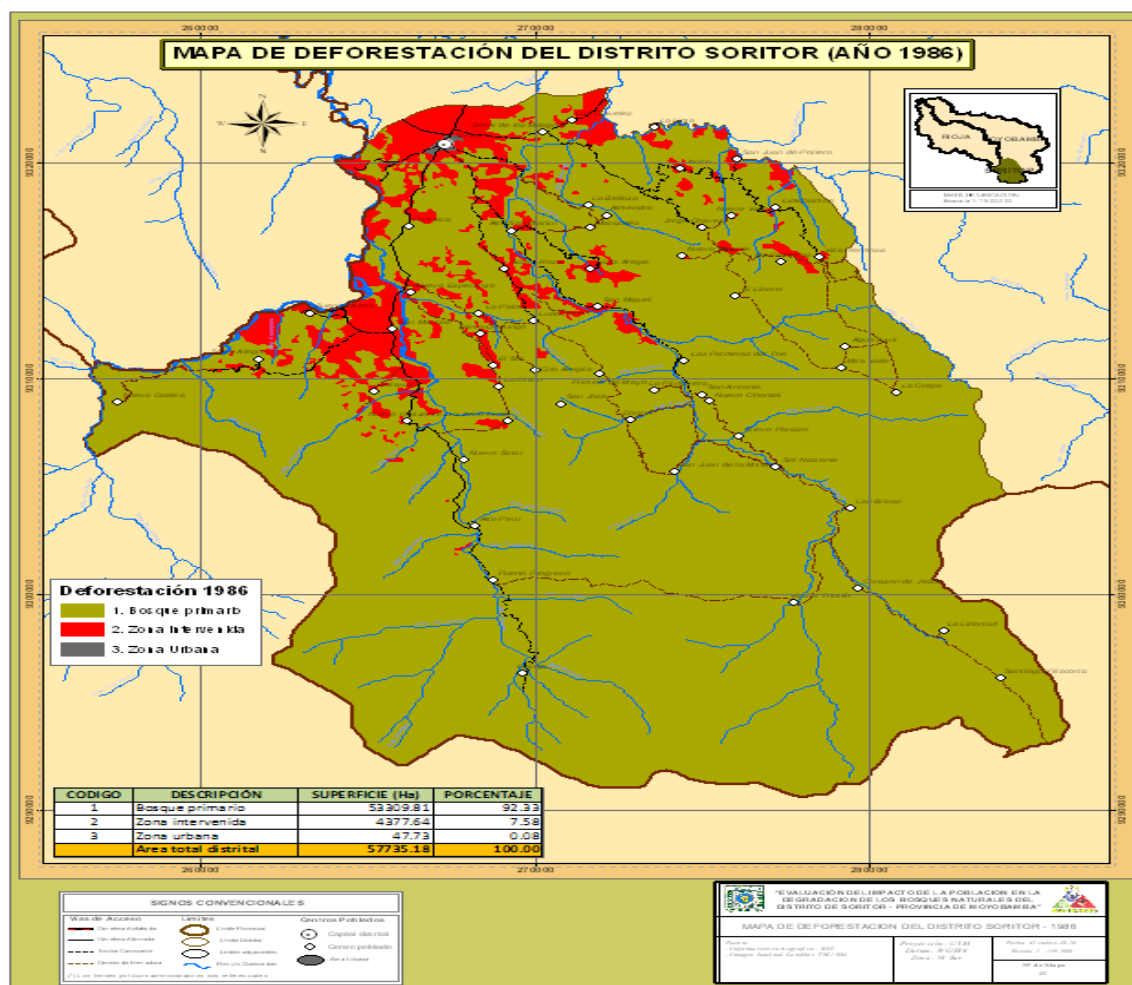
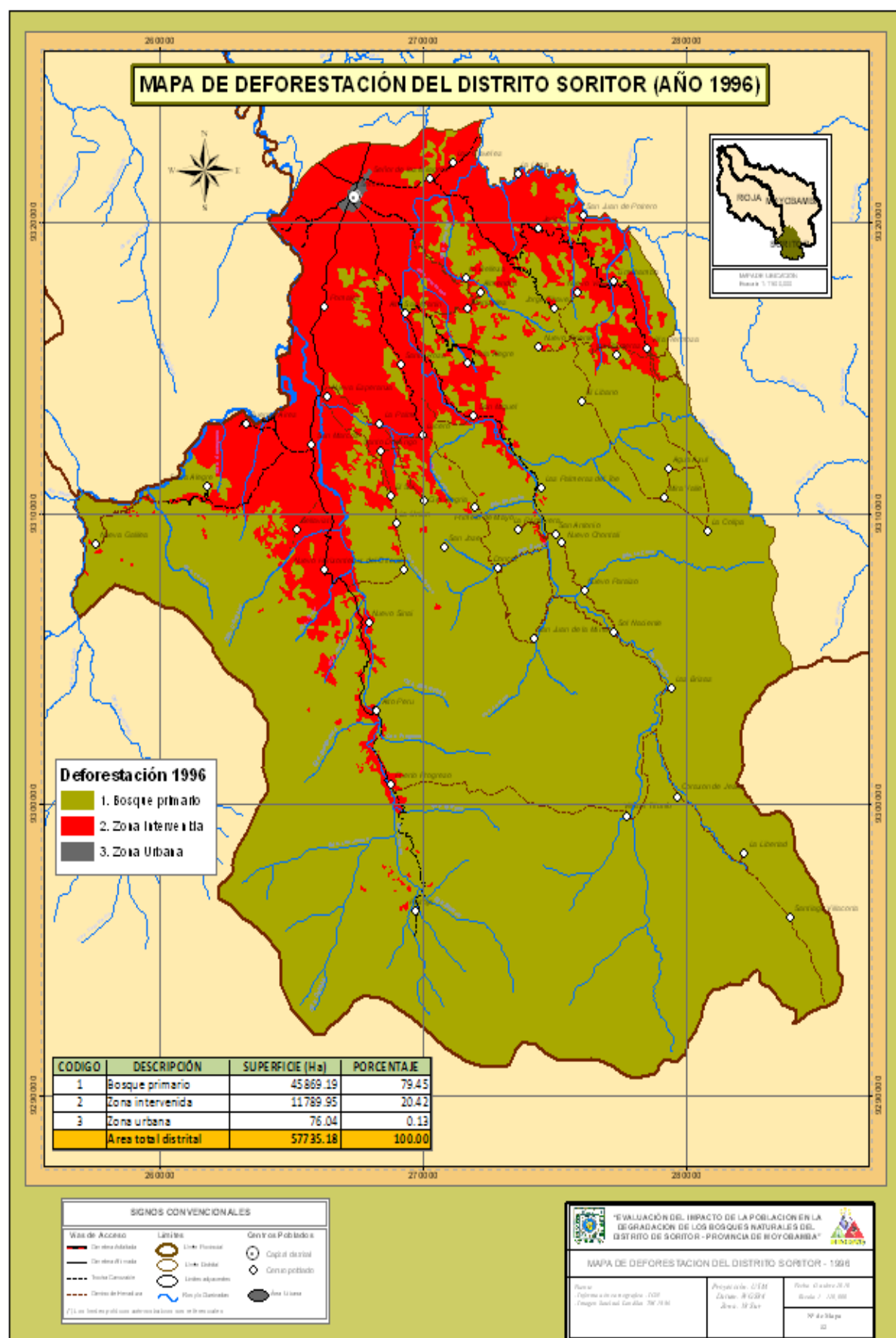


Gráfico 16: Delimitación de las coberturas de Bosque y áreas intervenidas – 1986.
Combinación de bandas 4 - 5 – 2.

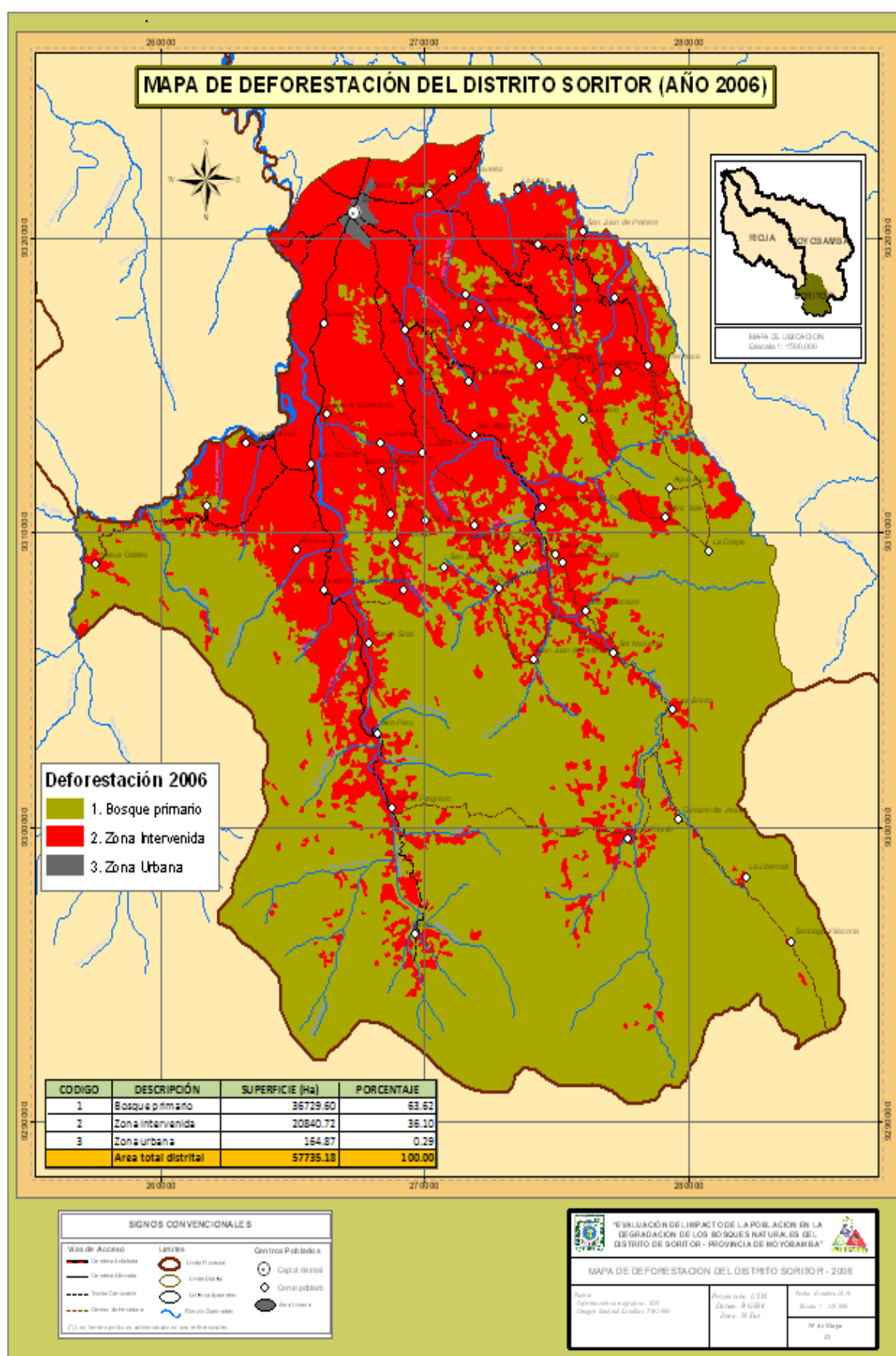
3.2.4. Cartografía elaborada de la deforestación del distrito en el período 1986- 2008.



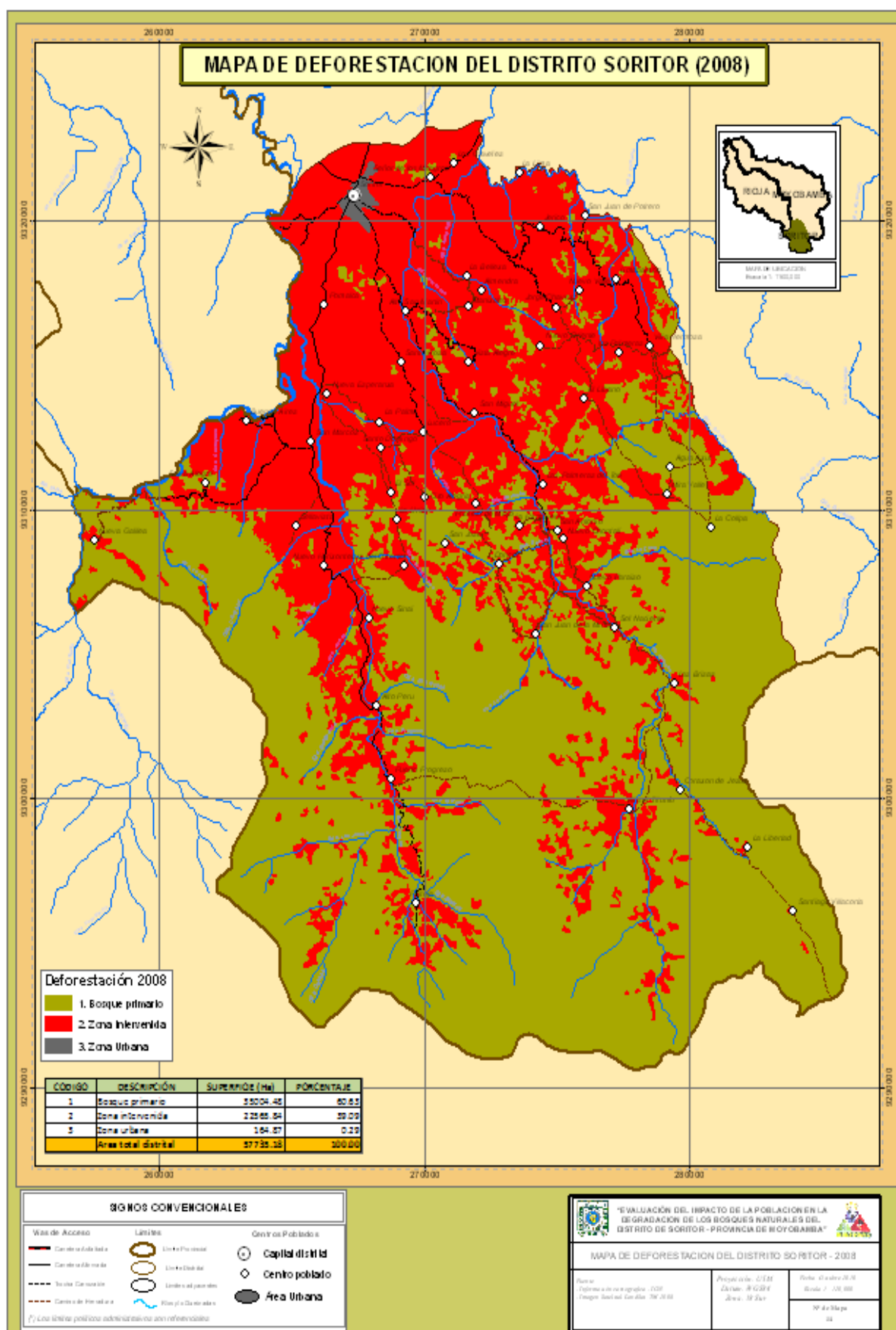
Mapa 3: Deforestación en el año 1986 del distrito Soritor. (Fuente: Elaboración propia).



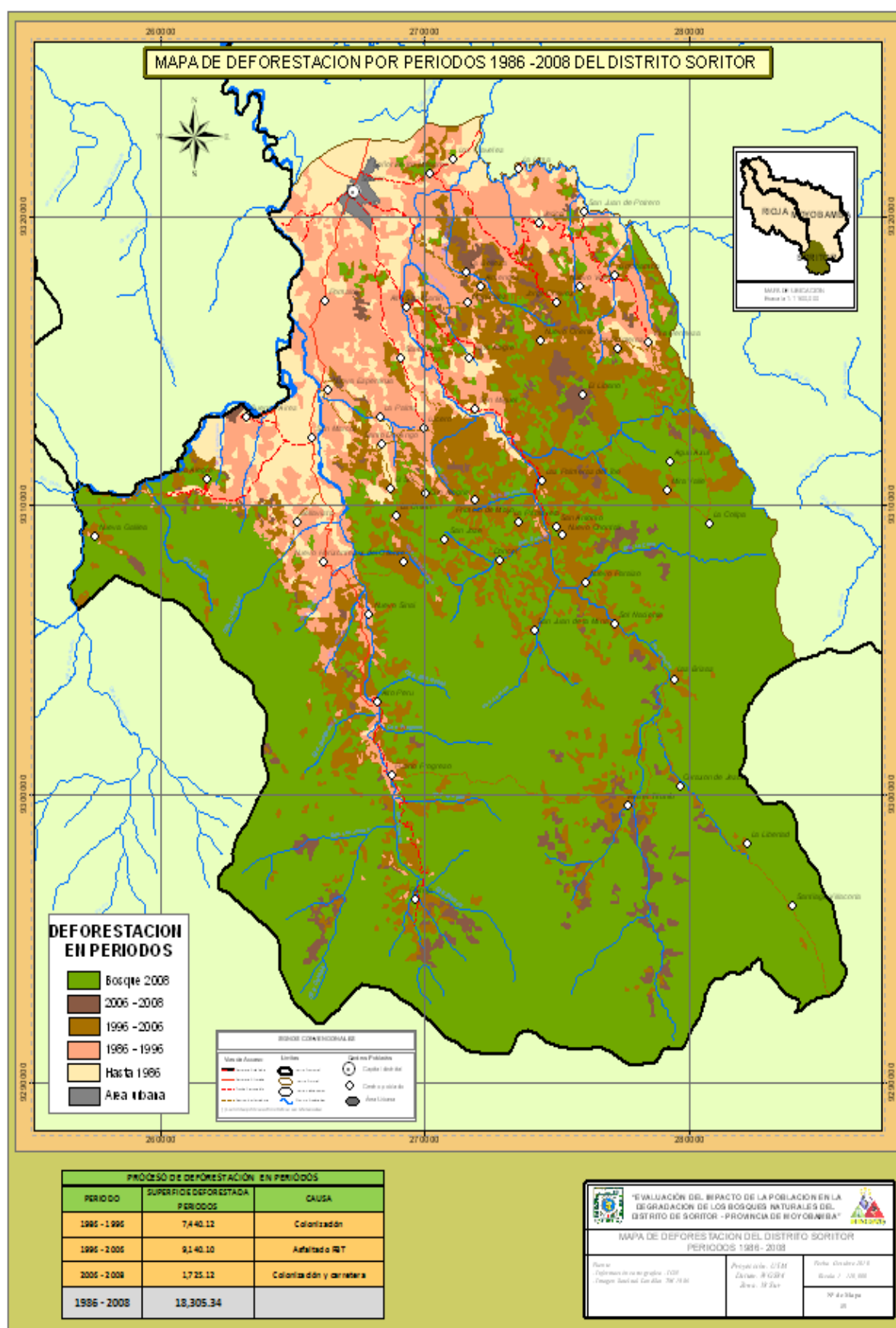
Mapa 4: Deforestación en el año 1996 del distrito Soritor. (Fuente: Elaboración propia).



Mapa 5: Deforestación en el año 2006 del distrito Soritor. (Fuente: Elaboración propia).



Mapa 6: Deforestación en el año 2008 del distrito Soritor. (Fuente: Elaboración propia).



Mapa 7: Deforestación por periodos 1986 - 2008 del distrito Soritor. (Fuente: Elaboración propia).

3.3. Análisis cuantitativo de la tasa de deforestación anual.

Cálculo de la deforestación en hectáreas por año:

El cálculo de la tasa de deforestación se realizó en dos fases correspondientes primero se calculó la tasa de los dos periodos de 10 años 1986 - 1996 y 1996 - 2006 y segundo del periodo de dos años 2006 -2008, que nos permita comparar los resultados correspondientes a las tasas de deforestación, teniendo en cuenta que podría o no haber una semejanza en los cálculos. Para el cálculo de la tasa de deforestación correspondiente al periodo 1986 -2008 se promedió las tasas para los periodos 1986 - 2006 y 2006 - 2008. Según los resultados se puede observar que la tasa promedio de deforestación (Tabla 11).

Tabla 13

Tasa de deforestación promedio por periodos y anual en hectáreas.

PERIODOS	DEFORESTACION (Ha)	TASA ANUAL
periodo 86 -96	7,440.12	744.012
periodo 96 - 2006	9,140.10	914.01
periodo 2006 - 2008	1,725.12	862.56
Tasa promedio 86 - 2006		829.011
Tasa promedio 86 - 2008		845.7855

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14

Tasa de deforestación promedio en porcentaje por periodos y anual.

PERIODOS	DEFORESTACION EN %	TASA ANUAL EN %
periodo 86 -96	12.89	1.2887
periodo 96 - 2006	15.83	1.5831
periodo 2006 - 2008	2.99	1.4940
Tasa promedio 86 - 2006		1.4359
Tasa promedio 86 - 2008		1.4649

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15

Incremento de la deforestación en porcentaje anual respecto al bosque original.

INCREMENTO DEFORESTACION ANUAL (1986 -2008)	
PERIODOS	Δ ANUAL EN %
periodo 86 -96	1.40
periodo 96 - 2006	1.71
periodo 2006 - 2008	1.62
Δ promedio 86 - 2006	1.56
Δ promedio 86 - 2008	1.59

Fuente: Elaboración propia

3.4. Análisis estadístico del avance de la deforestación y degradación de los bosques primarios e incremento de la población.

3.4.1.1. Correlación lineal entre Bosque primario y población.

El coeficiente de correlación es una medida de asociación entre dos variables y se simboliza con la literal “ r “.

Los valores de la correlación van de + 1 a - 1, pasando por el cero, el cual corresponde a ausencia de correlación. Los primeros dan a entender que existe una correlación directamente proporcional e inversamente proporcional, respectivamente.

De lo anterior referimos que:

- +1 ó -1 = Correlación perfecta.
- 0.95 = Correlación fuerte.
- 80% = Correlación significativa.
- 70% = Correlación moderada.
- 50% = Existe una relación parcial.

Las 3 gráficas en coordenadas cartesianas posteriores, se muestra la variable independiente (X) se ubica en las abscisas y la dependiente (Y) en el eje de las ordenadas.

El coeficiente de correlación significa la asociación entre los cambios que se observan en la variable dependiente con respecto a la variable independiente.

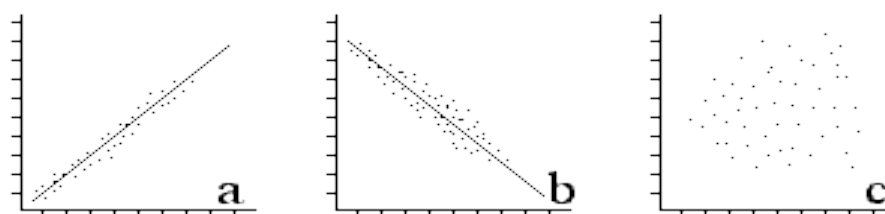


Gráfico 18: Diagramas de dispersión según el índice de correlación.

La gráfica (a) representa una correlación positiva, es decir, conforme los valores de X aumentan, también aumentan los valores de Y. A su vez, la gráfica (b) muestra una correlación negativa, de modo que al incrementarse los valores de la variable independiente, los valores de la dependiente disminuyen. La gráfica (c) no indica correlación.

En el presente análisis, las variables a correlacionar son la población, (X) que se ubica en las abscisas y el bosque primario (Y) en el eje de las ordenadas.

Se explica que para el cálculo de la estimación o proyección del colapso de los bosques primarios en el distrito Soritor, ha sido necesario establecer como variable dependiente (Y) a la cobertura de bosques y como esta podría seguir la tendencia a la disminución de su cobertura y llegar al colapso ($Y=0$), según como pueda ir aumentado la población y por lo tanto la presión social sobre estos recursos.

Los años de análisis primarios de la deforestación han sido 1986, 1996, 2006 y 2008, se escogió estos años de análisis según la disponibilidad de las imágenes de satélite Landsat y por consiguiente solo se analizó y delimitó las coberturas de bosque primario para cada uno de estos años. (Ver tabla 14)

Tabla 16

Cobertura de bosques y población estimada para los años de análisis 1986, 1996, 2006 y 2008.

ANÁLISIS DEL PROCESO		
AÑO	POBLACION ESTIMADA	SUPERFICIE BOSQUE PRIMARIO (Ha)
	X	Y
1986	7919	53,309.81
1996	12,741	45,869.69
2006	22549	36,729.59
2008	24797	35,004.47

Fuente: Imágenes Landsat 5 (Bosque primario) y INEI (Población estimada)

A. Estimación de los datos poblacionales para el análisis estadístico de correlación lineal simple.

Como se podrá observar en la tabla 16, son dos periodos de 10 años hasta el año 2006 y un periodo de 02 años hasta el año 2008.

Para realizar un análisis uniforme, tanto de los datos de población como de cobertura de bosques primarios, que incluya a todos los periodos desde 1986 hasta 2008 se estableció periodos cada dos años desde 1986 hasta 2006 y así poder incluir a los cálculos del año 2008.

Dado que para los datos de población solo se cuenta con los resultados de los años del censo 1981, 1993 y 2007, (Ver tabla N° 17) ha sido necesario realizar estimaciones para los años de análisis y para realizar esto se ha proyectado la población anual correspondiente al periodo de 1986 hasta 1998. Para los datos de población correspondiente a los años 2006 y 2008 se han utilizado las poblaciones estimadas y proyectadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI. Ver tabla 16.

Tabla 17

Poblaciones de la provincia Moyobamba y distritos para los años 1972, 1981, 1993 y 2007.

POBLACION SEGUN CENSOS				
Distritos	1972	1981	1993	2007
Moyobamba	12,228	21,112	38,880	65,048
Calzada	1,476	2,039	3,418	4,045
Habana	606	1,054	1,259	1,726
Jepelacio	2,864	4,596	13,568	18,471
Soritor	2,943	6,388	10,959	23,320
Yantaló	636	1,096	1,859	2,779
Total	20,753	36,285	69,943	115,389

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI

La estimación de la población para los periodos bianuales 1986 - 1998 se ha realizado en base a los siguientes métodos:

Estimación de la población por el método geométrico:

$$N_t = N_o (1 + r)^t$$

N_o : Población al inicio del periodo.

N_t : Población futura resultado de la proyección.

t : Número de años en que se va a proyectar la población.

r : Tasa de crecimiento promedio anual constante del periodo y se calcula con la siguiente fórmula:

$$r = \text{antilog} \left[\frac{\log \left(\frac{N_f}{N_o} \right)}{n} \right] - 1$$

N_f : Población del censo final

N_o : Población del censo inicial

N : Número de años del periodo inter censal

Estimaciones de la población 2000 -2015:

De las estimaciones de la población anual por distrito para el periodo 2000 - 2015 realizada por el INEI se han usado los datos poblacionales para los periodos bianuales del 2000 – 2008 y así completar la lista de periodos bianuales del lapso 1986 - 2008 para el análisis estadístico de correlación lineal de la población y deforestación en el periodo indicado. Así mismo se han utilizado las estimaciones de la población para el año 2015 y estimar el año en que se alcanza la población con la cual colapsan los bosques primarios.

Para la estimación de la población para el periodo 2000 - 2015 el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI ha empujado la siguiente función logística:

$$P_{(t)} = K_1 + \frac{K_2}{1+ae^{-tr}}$$

$$r = \frac{\ln \left[\frac{\left(\frac{k_2 - p(t_2)}{p(t_2) - k_1} \right)}{\left(\frac{k_2 - p(t_1)}{p(t_1) - k_1} \right)} \right]}{t_1 - t_2}$$

$P_{(t)}$: es la proporción de la población en el momento “t”

a : es la constante de la función.

$p(t_2)$: es la proporción de la población en el 2007.

$p(t_1)$: es la proporción de la población en el 1993.

k_1 : es la asíntota inferior que es igual a cero.

k_2 : es la asíntota superior que es igual a uno.

r : es la tasa de crecimiento.

t_1 : es la población del año 1993

t_2 : es la población del año 2007

Esta función logística para estimar la población muestra una alta fidelidad respecto al comportamiento real del crecimiento de la población.

Tabla 18

Coberturas estimadas de bosque primario y población según periodos cada dos años.

ANÁLISIS DEL PROCESO		
AÑO	POBLACIÓN ESTIMADA	SUPERFICIE BOSQUE PRIMARIO (Ha)
	X	Y
1986	7919	53310
1988	8630	51822
1990	9405	50334
1992	10249	48846
1994	11524	47358
1996	12741	45870
1998	14088	44042
2000	16717	42214
2002	18548	40386
2004	20466	38558
2006	22549	36730
2008	24797	35004

Fuente: Elaboración propia.

La estimación de las áreas de bosques primarios para los periodos bianuales 1986 – 2006 se han estimado teniendo en consideración las tasas promedio según los periodos 1986 – 1996 y 1996 – 2006 según como se muestra en la tabla 11, y así poder considerar la cobertura de bosques primarios delimitada para el periodo 2006 -2008.

B. Cálculo de la recta de regresión lineal para las variables de bosque primario y población:

Tabla 19

Cálculos estadísticos previos para la correlación Lineal

ANÁLISIS DEL PROCESO					
AÑO	POBLACIÓN ESTIMADA	SUPERFICIE BOSQUE PRIMARIO (Ha)	X ²	Y ²	X*Y
	X	Y			
1986	7919	53310	62710561	2841935842	422160385
1988	8630	51822	74476900	2685497919	447222048
1990	9405	50334	88454025	2533487396	473389013
1992	10249	48846	105042001	2385906316	500619989
1994	11524	47358	132792083	2242752696	545728689
1996	12741	45870	162342729	2104028461	584443087
1998	14088	44042	198469374	1939668696	620455342
2000	16717	42214	279458089	1781992246	705685587
2002	18548	40386	344028304	1630999110	749072665
2004	20466	38558	418857156	1486689289	789120046
2006	22549	36730	508457401	1349062782	828215525
2008	24797	35004	614891209	1225312920	868005843
Sumatorias	177633	534471	2989979831	24207333674	7534118219

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del índice de correlación lineal:

Según la fórmula para el índice de correlación

Sq:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \sum (y_i - \bar{y})}{\left[\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2 \right]^{1/2}}$$

Sustituyendo tenemos

$$r = -0.991$$

Interpretación:

Existe una correlación negativa entre las variables X e Y.

Hallando el coeficiente de determinación:

$$r^2 = (-0.991)^2 = 0.982081$$

Por Tanto:

$$r_{y.D} = 98.2081\%$$

Interpretación:

Entre la población y los bosques primarios existen una asociación del 98.2%. es decir la variable dependiente (y) presenta una variación del 98.2% debido a x (población de Soritor).

Población existe una línea de tendencia negativa en la recta de regresión (ver gráfico N°19) y por lo tanto una fuerte tendencia a la disminución de la cobertura de bosque primario.

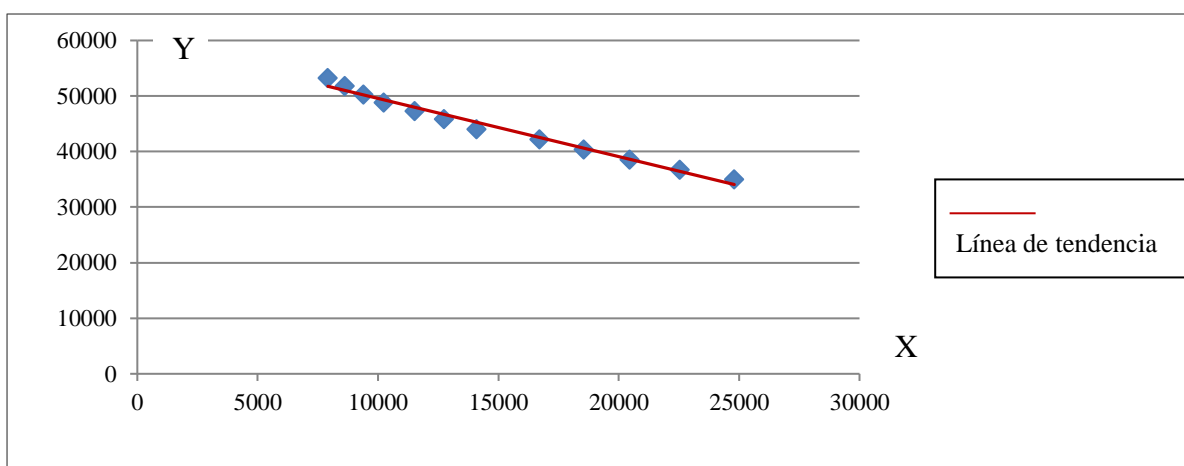


Gráfico 19: Diagrama de dispersión entre la correlación de bosques primarios (Y) y población (X)

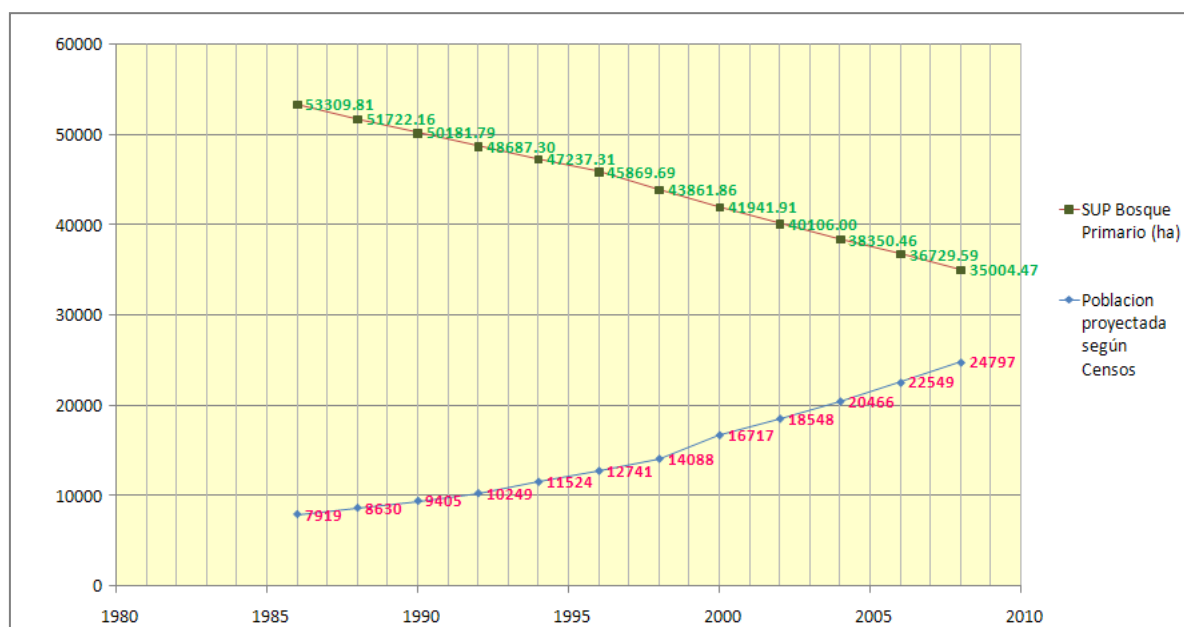


Gráfico 20: Líneas de tendencia entre la correlación de bosques primarios (Y) y población (X).

Cálculo de la ecuación de regresión lineal:

Según la fórmula para la recta de regresión de Y sobre X

$$Y = a + bx \dots (1)$$

Como:

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \dots\dots\dots(2) \quad y$$

$$b = \frac{\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\Sigma(x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots(3)$$

$$\bar{X} = 14,802.73$$

$$\bar{Y} = 44,539.26$$

$$S_{xy} = -31'459,749.23$$

$$S^2_x = 30'043,975.10$$

Sustituyendo en (3) tenemos:

$$b = -1.047123$$

En (2):

$$a = 60,039.54$$

Luego sustituyendo en (1):

Obtenemos la ecuación de la regresión lineal (recta):

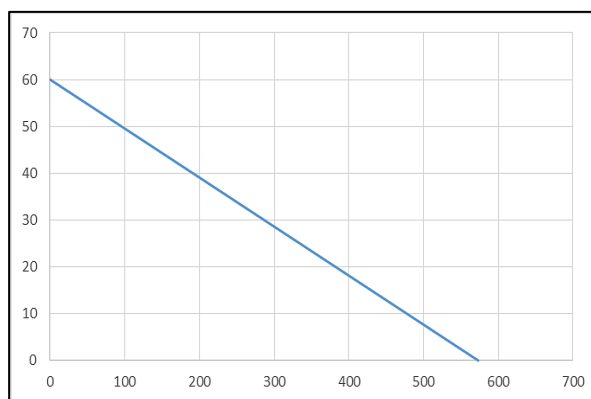
$$Y = 60,039.54 - 1.047123X$$

Interpretación:

Y: representa una recta negativa por lo tanto existe una relación negativa entre x e y.

b: Indica que por cada aumento en una unidad de población (X) en promedio se produce una disminución de: - 1.047 unidades de bosque primario (y)

x	0	573
y	60	0



Cálculo del año de colapso de los bosques primarios:

Dada la recta de regresión

$$Y = 60,039.54 - 1.047123X$$

Entonces cuando $Y = 0$ (colapso de bosques)

Resolviendo en la ecuación de la recta se obtiene la población con la cual colapsan los bosques primarios en el distrito.

$$X = \frac{-60.039.54}{-1.047123} = 57,337.10$$

Entonces proyectando la población del distrito Soritor según los datos del censo de población 2,007 y los datos proyectados para el año 2,015 por el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI, se obtiene que el distrito Soritor sobrepasa la población de colapso en el año **2027** alcanzando para ese año 59,106 habitantes. (Ver tabla 23)

C. Cálculo de la recta de regresión para las variables deforestación y población:

Considerando como las variables a correlacionar a la población como variable independiente (X) y a la deforestación como variable dependiente (Y), se tiene los siguientes resultados:

Tabla 20

Cálculos estadísticos para la recta de regresión de población y deforestación

ANÁLISIS DEL PROCESO					
AÑO	POBLACION ESTIMADA	SUPERFICIE DEFORESTADA (Ha)	X ²	Y ²	X*Y
	X	Y			
1986	7919	4425	62710561	19583900	35044505
1988	8630	5913	74476900	34968181	51032556
1990	9405	7401	88454025	54781018	69610355
1992	10249	8889	105042001	79022144	91107871
1994	11524	10377	132792083	107691884	119585240
1996	12741	11865	162342729	140789853	151182700
1998	14088	13694	198469374	187512216	192913017
2000	16717	15522	279458089	240917894	259473417
2002	18548	17350	344028304	301006885	321799453
2004	20466	19178	418857156	367779191	392488148
2006	22549	21006	508457401	441234811	473655049
2008	24797	22731	614891209	516685177	563653416
Sumatorias	177633	158351	2989979831	2491973153	2721545726

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del índice de correlación lineal:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \sum (y_i - \bar{y})}{\left[\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2 \right]^{1/2}}$$

Por tanto:

$$r = 0.991$$

Interpretación:

Existe una connivelación positiva entre x e y

Es decir existe, en el distrito de Soritor, una correlación positiva entre los valores Población y deforestación lo que demuestra de manera estadística que a medida que aumenta la población existe una línea de tendencia positiva en la recta de regresión (ver gráfico 21) y por lo tanto una tendencia al aumento de la deforestación.

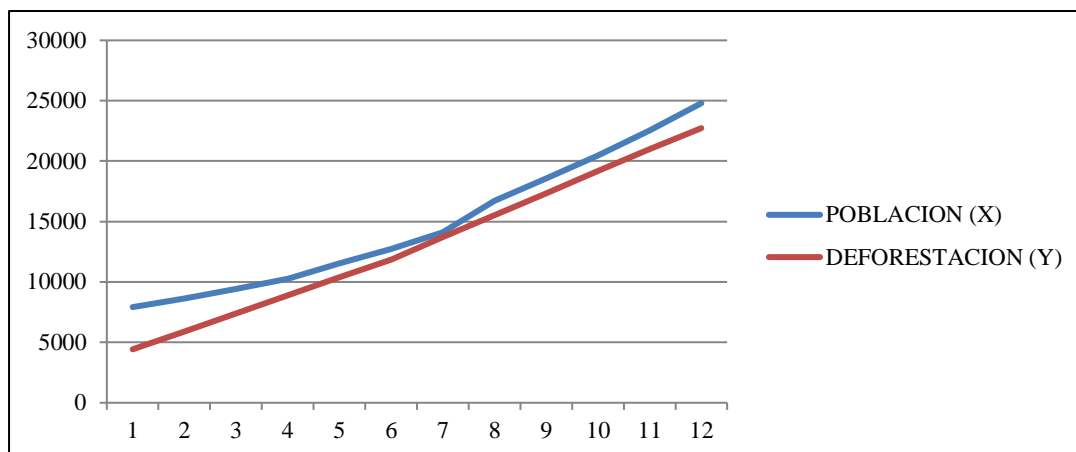


Gráfico 21: Diagrama de dispersión entre la correlación de Deforestación (Y) y población (X)

Cálculo de la ecuación de regresión lineal:

Según la fórmula para la recta de regresión de Y sobre X

$$Y = a + bx \dots (1) \text{ ó } Y = \bar{Y} + \frac{S_{xy}}{S^2_x} (X - \bar{X})$$

Dado que:

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \dots\dots\dots(2) \quad \text{y} \quad b = \frac{S_{xy}}{S^2_x} \dots\dots\dots (3)$$

$$\bar{X} = 14,802.73$$

$$\bar{Y} = 13,195.92$$

$$S_{xy} = 31'459,749.23$$

$$S^2_x = 30'043,975.10$$

Reemplazando valores en la ecuación (3) para hallar el valor de “b”

Se obtiene **b = 1.047123**

Interpretación:

b: indica que por cada aumento en una unidad de población (x) en promedio se produce un aumento de: 1.0471238 unidades de bosque primario (y).

Reemplazando valores en la ecuación (2) para hallar el valor de “a”

Se obtiene **a = - 2304.371**

Reemplazando valores en la ecuación (1) para hallar la ecuación de la recta de regresión:

Se obtiene la ecuación de la recta de regresión siguiente:

$$Y = 1.047123X - 2304.371$$

El valor de “b”, también denominada como pendiente o inclinación de la recta, tiene un valor positivo y significa que es el incremento que se produce en la variable “Y” cuando la variable “X” aumenta una unidad. Es decir que por cada unidad que incrementa la población “X”, la deforestación “Y” presenta un incremento medio de 1.047123 unidades.

Para el cálculo del año de colapso de los bosques primarios, considerando a la deforestación (Y) como variable dependiente se tiene los siguientes resultados:

Dada la ecuación de la recta de regresión

$$Y = 1.047123X - 2304.371$$

Entonces cuando el valor de “Y” alcanza el valor de la superficie total del distrito (colapso de bosques), se tiene que $Y = 57,735.18$

Reemplazando el valor de “Y” en ecuación de la recta de regresión se obtiene el valor de la población con la cual colapsan los bosques primarios en el distrito.

$$57,735.18 = 1.047123X - 2304.371$$

$$X = \frac{60.039.54}{1.047123} = 57,337.60$$

Entonces, al igual que los cálculos de la correlación del ítem “B” se obtiene el mismo valor de la población con la cual colapsarían los bosques del distrito.

3.5. Análisis del uso y ocupación en el distrito Soritor

Como parte del presente análisis podemos indicar como factores condicionantes del proceso de deforestación y/o degradación de los bosques primarios a las políticas de estado que se llevaban a cabo por los gobiernos de turno y la explosión demográfica en la región norte del país.

Es así que para obtener una visión histórica del proceso debemos remontarnos a algunas décadas atrás.

Con la apertura de la Carretera Marginal de la Selva en la década del 80, la migración multiplicó en poco tiempo la población local y con esto la presión sobre el suelo agrícola, la intensificación de la producción y su orientación arroceras y por ende la instalación de oficinas públicas y programas como el Banco Agrario, refuerzo de la extensión y otros que tenían que afrontar la nueva situación social; modificando la dinámica social y económica de la provincia; y por ende del distrito.

Merece recordarse que las migraciones no sólo incrementaron de una manera impresionante la densidad poblacional, sino también se ha modificado la distribución espacial de la población. Antes de las grandes olas migratorias se fundaron los centros poblados a lo largo de los ríos y de las quebradas, con la construcción de la Carretera Marginal, los ríos perdieron su función de transporte y el criterio más importante para fundar un nuevo centro poblado sólo es la accesibilidad por carretera.

En la década del 80, con la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo, y la definición de objetivos y determinación de medidas para la estabilización de la economía, el gobierno decide impulsar los Proyectos de Desarrollo Rural, adquiriendo importancia los proyectos ubicados en la Zona de Selva, considerada como una importante frontera agrícola y despensa nacional. Tal es el caso de la creación del Proyecto Especial Alto Mayo.

Las políticas agrícolas estaban orientadas a la ampliación de la frontera agrícola, a través de un sistema crediticio que buscaba capitalizar al pequeño agricultor; todo

esto bajo un esquema de estado paternalista. Así también se incentivó el cultivo de arroz bajo riego, el cultivo de maíz tecnificado y la crianza de ganado lechero.

Hacia el segundo quinquenio de los 80's, se desata una crisis del Agro. Esto debido a la falta de medidas de política agraria, importaciones de productos agrícolas, motivando procesos recesivos, migración estacional hacia las zonas de narcotráfico, descapitalización de los fundos, disminución drástica de la producción arrocería, que es la principal fuente de sustento de la zona.

Posteriormente en la década del 90 significó la definitiva cancelación del modelo económico dirigido por el Estado que regía el Perú desde la época del reformismo militar. El estado asume un rol de promotor de inversiones, debido a la implementación de políticas neoliberales, el nuevo paradigma está orientado al incremento de la productividad.

La crisis económica de los años 1992 hasta 1995 también se refleja en la zona. Con el boom del café en 1996 toda la actividad económica se reactiva, originado por la elevación del precio del café en el mercado internacional.

A partir del 2000, concorde al proceso de globalización que se vienen llevando a cabo se ha dado una nueva ola de migraciones y gran parte de la producción está destinada al consumo de los mercados de la costa.

El balance de la ocupación humana de la zona durante los últimos 30 años en el distrito se puede resumir en los siguientes puntos:

- * La deforestación de extensas áreas boscosas con fines agropecuarios, muchos de los cuales están actualmente abandonados y *constituyen* los bosques secundarios o purmas.
- * El estancamiento de los cultivos tradicionales como el plátano, la yuca y las hortalizas y el crecimiento vertiginoso de cultivos comerciales como el arroz, maíz y café.
- * La ola de migraciones y la densificación poblacional constante y persistente, lo cual trajo como consecuencia la demanda de servicios sociales.

A. Producción agropecuaria registrada en el periodo 1996 – 2008:

La producción agropecuaria en general del distrito Soritor en el periodo 1996 – 2009, según los datos registrados por la Dirección de Información Agraria - DIA, presenta una fuerte curva de ascenso como se observa en el gráfico 18, que asciende desde un registro de 2,237 Ha en el año 1996 hasta una producción registrada de 12,118 Ha en el año que significa un aumento en un 81 % de la producción agropecuaria en el periodo 1996 -2009.

Esto se ve reflejado en los datos generados como parte del análisis de la deforestación del distrito (ver gráfico 23) en donde se observa que en el periodo 1996 – 2006 es en el cual se ha dado una mayor intensidad de la deforestación (9,140.10 Ha) esto se correlaciona gráficamente con la curva de la gráfica 21 en donde se observa un notable aumento de la producción agropecuaria (Área sembrada) en el periodo 1996 – 2000 y luego un ascenso de la curva a partir del año 2004 hasta el 2009.

Tabla 21

Producción agropecuaria registrada según la DIA.

ÁREA SEMBRADA AGROPECUARIA DEL DISTRITO SORITOR EN SUPERFICIE DE HAS		
AÑO	AGROPECUARIA	PASTOS
1996	2237	
1998	4381	
2000	7518	3061
2002	7456	3260
2004	7631	3270
2006	8622	3313
2008	11840	3496
2009	12118	3509

Fuente: Dirección de Información Agraria – DIA.

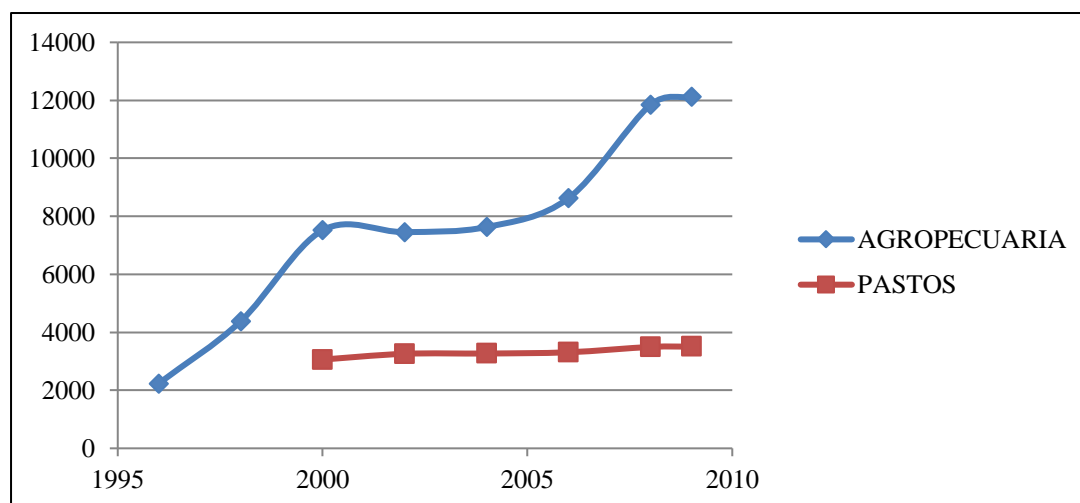


Gráfico 22: Producción Agropecuaria del distrito Soritor. (Fuente: Dirección de Información Agraria – DIA)

B. Producción agropecuaria registrada según cultivos predominantes en el periodo 1996 – 2008:

En cuanto a la producción agropecuaria registrada por la DIA, según cultivo predominante, se observa en los datos de la tabla 19 y gráfico 22 que la producción (Área sembrada) de pastos, café y arroz están en ascenso, teniendo en cuenta que son los cultivos de pastos y café los que están directamente relacionados con la actividad de deforestación en el distrito. En cuanto a los registros de pastos solo se tienen datos desde el año 2000 y al parecer estos datos serían solo registros parciales, dado que el trabajo de campo realizado muestra un panorama de mayor amplitud en cuanto a la distribución de los pastizales en el Distrito Soritor.

Tabla 22

Producción agropecuaria registrada según cultivos principales

ÁREA SEMBRADA AGROPECUARIA DEL DISTRITO SORITOR EN SUPERFICIE DE HAS				
AÑO	CAFÉ	ARROZ	PASTO	TOTAL
1996	1600	550		2337
1998	2050	1980		4381
2000	2419	1175	3061	7518
2002	2438	902	3260	7456
2004	2449	1265	3270	7631
2006	2649	1210	3313	8622
2008	5369	1482	3496	11840

Fuente: Dirección de Información Agraria – DIA.

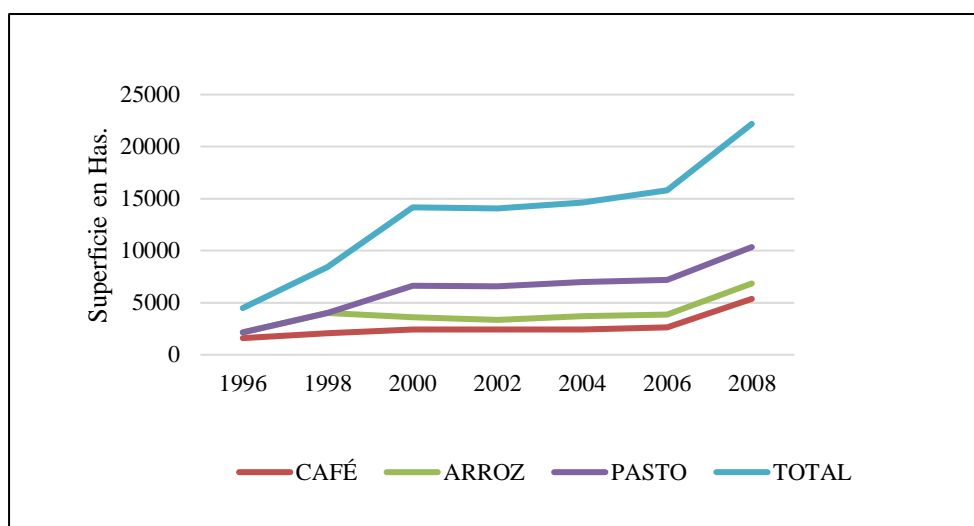


Gráfico 23: Producción Agropecuaria por cultivo del distrito Soritor. (Fuente: Dirección de Información Agraria – DIA).

Tabla 23

Proyectos de infraestructura básica implementados.

INFRAESTRUCTURA BASICA	AÑO DE EJECUCION
Construcción y Mejoramiento de Caminos Vecinales Alto Mayo :2.6 2.6 Camino 2.8-Habana ; 2.7 HABANA - RIO TONCHIMA (construcción); 2.8 Calzada-Soritor-Nueva Esperanza (mejoramiento); 2.9 Camino 2.8-Río Indoche (construcción)	1983
Posta Médica (San Marcos)	1983
Terminación de 3 aulas, construcción 3 aulas	1984
Rehabilitación camino vecinal calzada - Soritor	1997
Construcción de camino de tercer orden a nivel sub rasante habana - cuencas – sapoyacu	1999
Mantenimiento de 46.3 kms de caminos vecinales : baños termales - jepelacio ; marginal - Soritor - camino antiguo a rioja	1999
Mejoramiento de caminos vecinales en la provincia de Moyobamba tramo 01 Soritor - santa rosa- lucero	2000
Mejoramiento de caminos vecinales en la provincia de Moyobamba tramo 03 marginal - Ochame , tramo 04 Soritor - Atunrrumi	2000
Mantenimiento de caminos vecinales : tramo 06 Soritor - Shintaco de 4.15 km	2001
Mejoramiento de caminos rurales provincia de Moyobamba tramos marginal baños sulfurosos y Soritor - santa rosa l= 7.00 km	2001
Construcción del canal principal irrigación progreso i etapa	2002
Mejoramiento del canal principal irrigación progreso i etapa	2002
Construcción del canal principal irrigación progreso i etapa km 6+ 380 - km 9 + 500	2003
Construcción del canal principal irrigación progreso ii etapa	2005
Construcción bocatoma irrigación progreso	2007
Construcción de camino vecinal: selva alegre-nueva galilea	2007
Culminación obras de arte y prolongación irrigación progreso	2007

Culminación canal principal y canales laterales irrigación progreso	2007
Rehabilitación camino vecinal san marcos - nuevo horizonte	2006
Rehabilitación y culminación del sistema de riego progreso	2008
Construcción de variante camino vecinal nuevo horizonte - alto Perú	2008
Rehabilitación del camino vecinal san marcos - nuevo horizonte	2009

Fuente: Dirección de Estudios - PEAM.

C. Escenario tendencial de la deforestación en el distrito Soritor:

Según la información del Instituto Nacional de Estadística e Informática, sobre el proceso inmigratorio en el distrito Soritor (Ver tabla N° 4), el 17.1 % de la población censada en el año 2007 era inmigrante hace 5 años, esto indica un proceso de inmigración muy alto en el distrito, en donde la mayor parte de ésta proviene generalmente del departamento Cajamarca y Amazonas.

Según los datos de la tabla N° 25, 14 centros poblados de los 33 centros poblados con registro de año de creación que constituyen solo el 54% de un total de 57 centros poblados en el distrito, han sido creados en el periodo 1990 -2008.

Observándose los datos de población por edades, el 50.3 % tiene entre 0 y 19 años y el 17.04% entre 20 y 29 años lo que significa que la población del distrito es relativamente muy joven, esto podría influir en un crecimiento interno natural notable de la población en la próxima década que unido al proceso de inmigración daría como resultado una mayor presión poblacional sobre los recursos naturales, específicamente sobre los bosques, dado que el 73.7 % de la población del distrito usan la leña como combustible para cocinar (INEI - 2007), y el 71.1% de la población se dedica a la actividad económica agropecuaria, cuya producción (área sembrada), está en aumento anualmente. (Gráfico N° 21 y 22).

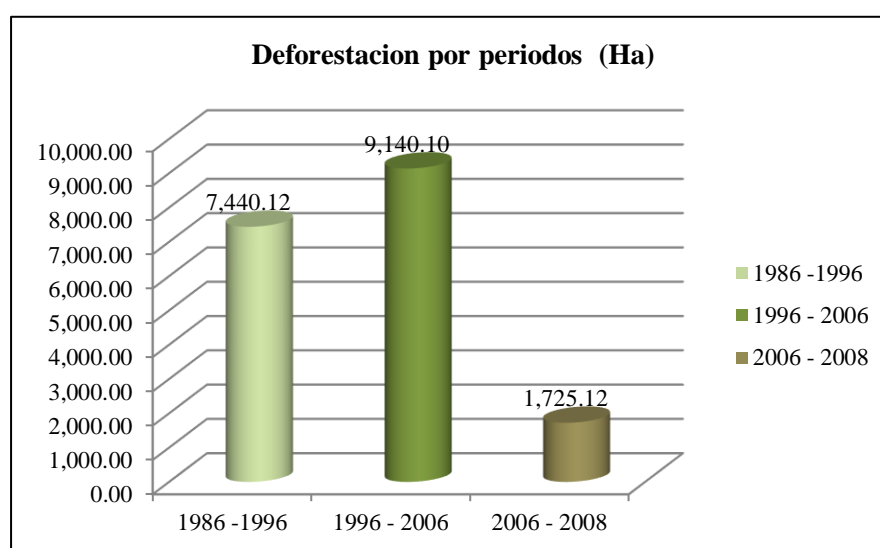


Gráfico 24: Deforestación por periodos del distrito Soritor .

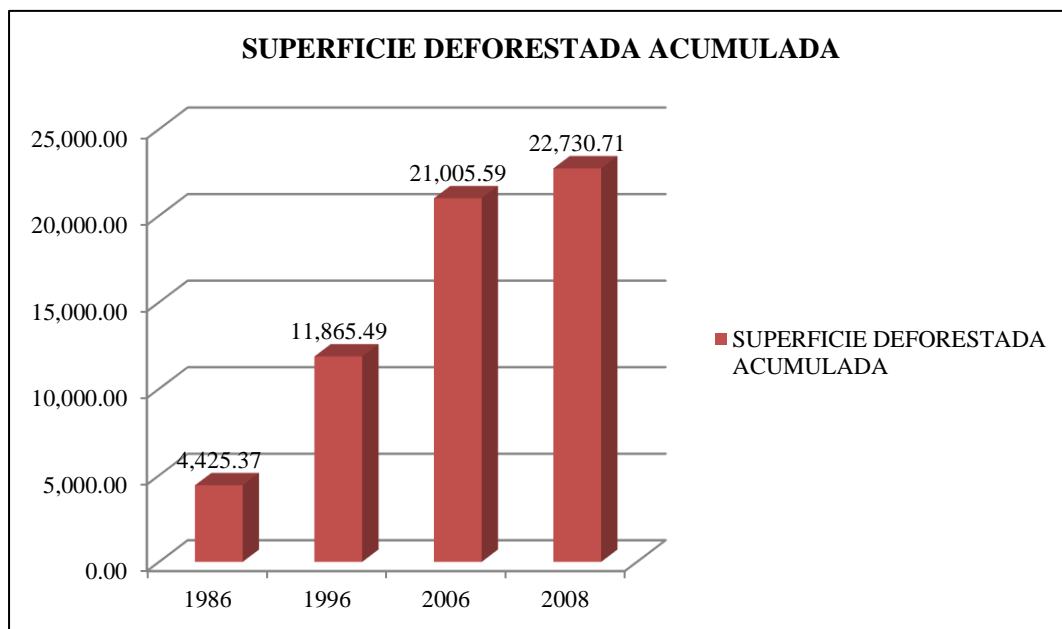


Gráfico 25: Superficie deforestada acumulada en el distrito Soritor.

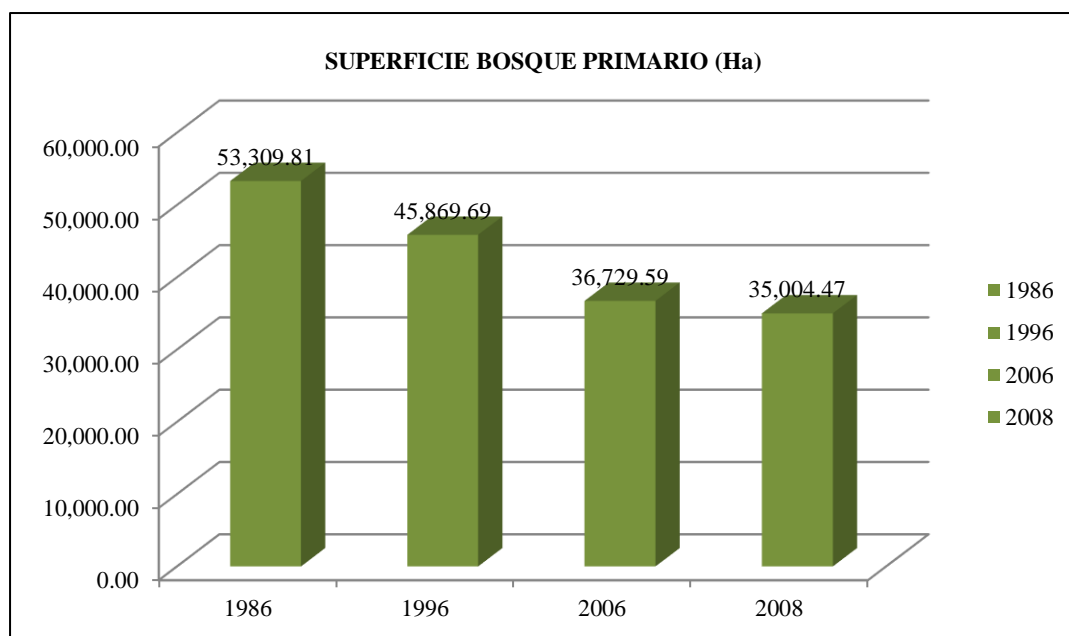


Gráfico 26: Superficie de bosque primario en el distrito Soritor

Interpretación:

Del gráfico 25 y 26 se indica que:

Bosque primario (2008): 35 004.47 ha

Área deforestada (2008): 22730.71 ha

Bosque Primario Actual (2008): 12273.8 ha

Tabla 24*Población proyectada al 2027 del distrito Soritor.*

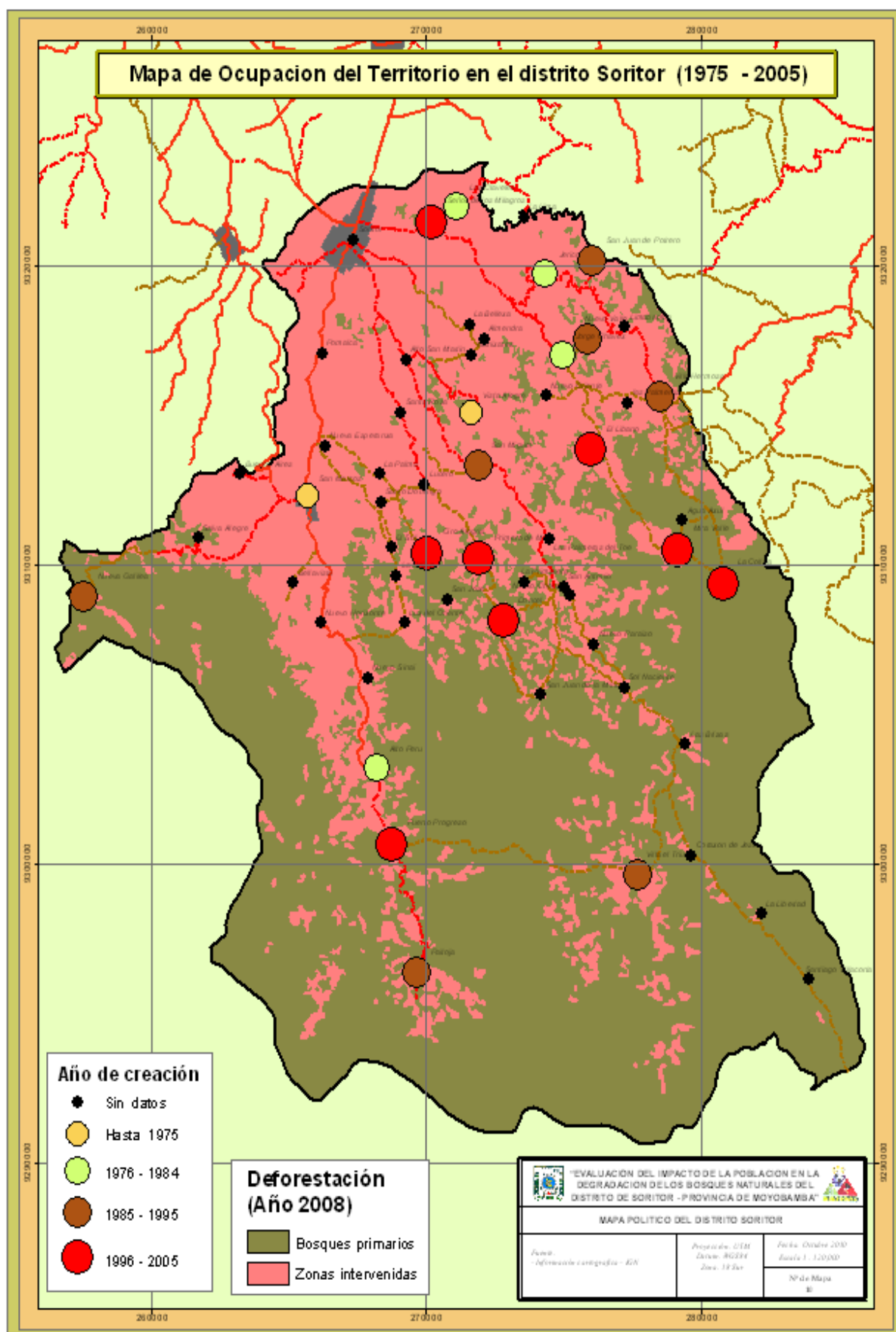
POBLACION PROYECTADA AL 2027 DEL DISTRITO SORITOR	
AÑO	POB. PROYECTADA
2007	23320
2008	24430
2009	25593
2010	26811
2011	28087
2012	29424
2013	30825
2014	32292
2015	33829
2016	35440
2017	37126
2018	38894
2019	40745
2020	42684
2021	44716
2022	46845
2023	49075
2024	51411
2025	53858
2026	56421
2027	59107

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INE

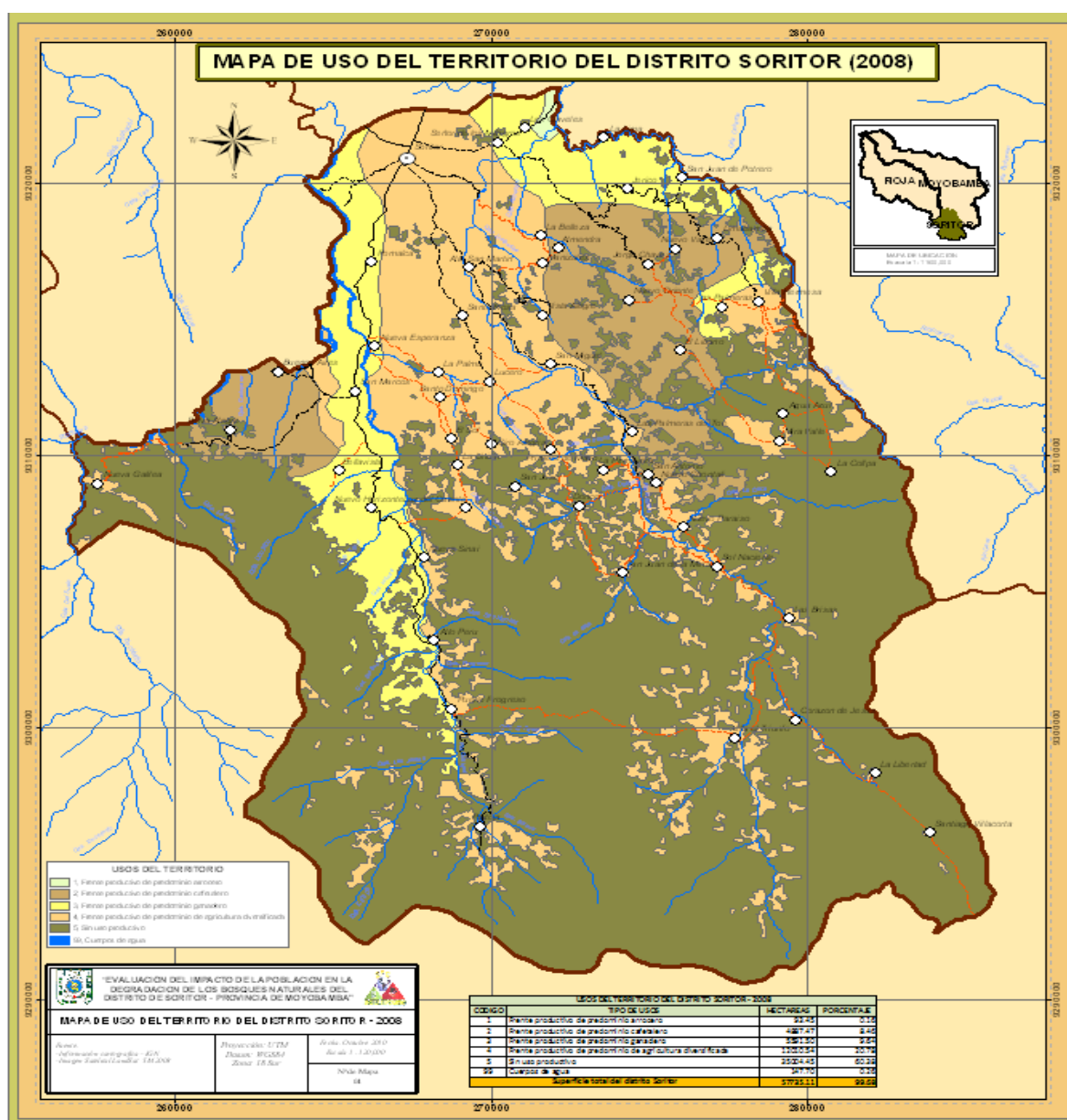
Tabla 25*Año de creación de los centros poblados del distrito Soritor.*

Nº	CENTRO POBLADO	AÑO DE CREACIÓN	CREACIÓN DE INST. EDUCATIVA
1	Alto Perú	1980	0
2	Bellavista	0	1982
3	Ciro Alegría	2003	0
4	Doncel	2004	0
5	El Líbano	1993	0
6	Jericó	1982	0
7	Jorge Chávez	1981	0
8	La Collpa	2003	0
9	Limabamba	0	1986
10	Los Claveles	1984	0
11	Lucero	1980	1989
12	Luz del Oriente	0	1995
13	Mira Valle	2004	0
14	Nueva Esperanza	1969	1975
15	Nueva Galilea	1988	0
16	Nuevo Horizonte	0	1985
17	Nuevo Sinaí	1988	1989
18	Nuevo Valle	1993	0
19	Paitoja	1995	0
20	Pomalca	1974	1975
21	Primero de Mayo	1999	0
22	Puerto Progreso	2005	0
23	San Juan de Potrero	1988	0
24	San Marcos	1963	0
25	San Miguel	1987	0
26	Santa Rosa	1990	0
27	Santo Domingo	1984	0
28	Señor de los Milagros	2002	0
29	Selva Alegre	1984	1986
30	Soritor	1857	0
31	Villa el Triunfo	1990	0
32	Villa Hermosa	1990	0
33	Vista Alegre	1975	0

Fuente: Levantamiento en campo.



Mapa 8: Proceso de ocupación del distrito Soritor. (Fuente: Elaboración propia).



Mapa 9: Proceso de uso del territorio del distrito Soritor.

Tabla 26

Tipos de usos del territorio del distrito Soritor.

USOS DEL TERRITORIO DEL DISTRITO SORITOR - 2008			
CODIGO	TIPO DE USOS	HECTAREAS	PORCENTAJE
1	Frente productivo de predominio arrocero	93.45	0.16
2	Frente productivo de predominio cafetalero	4887.47	8.46
3	Frente productivo de predominio ganadero	5591.50	9.64
4	Frente productivo de predominio de agricultura diversificada	12010.54	20.78
5	Sin uso productivo	35004.45	60.38
99	Cuerpos de agua	147.70	0.26
	Superficie total del distrito Soritor	57735.11	99.68

CONCLUSIONES

- ✓ El proceso de deforestación en el distrito Soritor ha sido mayor en el periodo comprendido de 1996 - 2006 en donde se han deforestado 9,140.10 Has de bosque con una tasa anual promedio en el periodo de 914 Has.
- ✓ La tasa anual promedio de deforestación entre los dos periodo de 10 años 1986 – 1996 y 1996 – 2006 es de 829 Ha.
- ✓ La tasa anual promedio de deforestación en el periodo bianual 2006 - 2008 es de 862.56 Ha.
- ✓ La superficie de bosque primario en el 2008 es de 35,004.47 has. que representa el 60% del ámbito distrital.
- ✓ La tasa de deforestación anual promedio de bosques primarios asciende a 845.78 Ha; durante el periodo de estudio (1986- 2008).
- ✓ La superficie de bosque primario deforestada asciende a 18,035.34 has. ; durante el periodo de estudio (1986- 2008).
- ✓ El índice de correlación estimado entre las variables “Población estimada” y “Superficie de Bosque primario por hectáreas”, es $r = - 0.991$, lo que significa que existe una correlación inversa muy fuerte, es decir a medida que aumenta la población la línea de tendencia en la disminución de los bosques primarios del ámbito distrital es mayor.
- ✓ Se prevé el colapso del sistema de bosques primarios con una carga poblacional estimada de 59,106 habitantes.
- ✓ Se estima alcanzar la carga poblacional para el colapso del sistema en el año 2027.
- ✓ Existe una fuerte tendencia al aumento de la actividad agropecuaria en el distrito, que si no es orientada con técnicas adecuadas de mejora de productividad por hectárea derivaría en una ampliación significativa de la frontera agrícola.

- ✓ La actividad agropecuaria, en lo referente a áreas sembradas, específicamente de la producción de café y pastos; que constituyen los productos comerciales predominantes del distrito, están directamente relacionados con la actividad de deforestación en el distrito.
- ✓ Las políticas de estado reflejadas en proyectos de desarrollo rural, como apertura de trochas y caminos; constituye un factor determinante en el proceso de deforestación de los bosques.

RECOMENDACIONES

- ✓ Es necesario establecimiento de políticas claras y objetivas de uso y ocupación equilibrada con actividades amigables en el territorio, articuladas a nivel provincial y regional y transversalmente involucre y comprometa la participación activa de los sectores.
- ✓ Es necesario implementar un sistema de gestión de zonas de conservación en el distrito con enfoque de micro cuenca.
- ✓ Se recomienda implementar programas y/o proyectos de mejoramiento tecnológico de los cultivos de café y pastos para mejorar la productividad por hectárea y disminuir el avance de la frontera agropecuaria.
- ✓ Gestionar el proceso de saneamiento técnico legal de las Zonas de Conservación y Recuperación Ecológica – ZoCRE del distrito ante la Superintendencia Nacional de Registros Públicos - SUNARP.
- ✓ Regular la creación de centros poblados nuevos mediante el proceso de delimitación y categorización.
- ✓ Realizar la adquisición de imágenes satelitales actuales que permitan la elaboración de estudios y cartografía actualizada en las comunidades del distrito y de la región San Martín.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALARCON, D. J., (1 988), El Sistema de Información geográfica en la evaluación y Planificación del Bosque Tropical. Documento de campo N°13-FAO-La Informática y sus aplicaciones en la Forestería, 120 p.
- CHUVIECO, E., (1 996), Fundamentos de Teledetección Espacial- Universidad de Alcalá, Madrid-España, edición RIALP S.A., 568 p.
- CLAS, 2 001, Centro de Levantamientos Aeroespaciales y Aplicaciones SIG para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales - Monografía editada del Curso especial para ZONISIG-Introducción al SIG y Teledetección, 52 pg.
- ENCARTA®, (2 002), Enciclopedia Microsoft Corporation 1 993-2 001.
- FACHIN, M. L., (2 001), Monitoreo de la deforestación en Selva Alta, Zona de Oxapampa, Iquitos-Perú, 83 p.
- FAO, (1 996), Revisión de los Sistemas de Clasificación de Bosques de la Región Amazónica y Propuesta de un Sistema Regional Concordado, documento de Campo N° 07, Lima – Perú, 75 p.
- IIAP-INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA, (1 999), Evaluación de los cambios en la cobertura forestal en la Amazonía Peruana (Zonas de Nanay, Pucallpa, Aguaytía, Tingo María, Tocache, Huánuco, Cerro de Pasco y Oxapampa), Informe final, Iquitos, Perú, 22 p.
- IIAP-INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA, (1 996), Deforestación en el Área de influencia de la Carretera Federico Basadre – Pucallpa. Iquitos - Perú, 73 p.
- IIAP-INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA, (2 002), Sistema de Información Geográfica (Conceptos básicos).
- INTELSAT LANDSAT, (1999), Intersat Imagens de Satellite. www.Intersat@intersat.com.br/http://geo.arc.nasa.gov/sge/landsat/17.html.

- KLAUS, G., (2 001), Articulación Espacial de la Economía Regional” El Proyecto Desarrollo Integral Alto Mayo (DIAM/PEAM – GTZ). Moyobamba-Perú.
- LEON,B.W., (1 996), Mapas Indicadores Demográficos Sociales Económicos por Distritos de la Región San Martín”
- MALLEUX, J., (1 988), Percepción Remota para la Fotointerpretación, documento de Campo N° 01-FAO, Lima – Perú, 44 p.
- ONERN – PNUMA, (1 989), Vigilancia Ecológica de la Degradación de las Tierras y Desertificación en el Perú. Monitoreo Ecológico Huallaga Central y Bajo Mayo, Publicado e impreso por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, Lima, Perú, 167 p.
- ORIOLE, P. E., (1 986), Tercer Curso Internacional de Capacitación en las Aplicaciones de la Teledetección, Agrometeorología y la Hidrología Operacionales, Agencia Espacial Europea, Frascati, 8 p.
- QUISPE, CASTRO y SUAREZ, (1 993), Monitoreo de la deforestación en la cuenca del Río Huallaga utilizando Técnicas de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica.
- REATEGUI, R. F., (1 996), Monitoreo Continuo de los Procesos de Deforestación en la Amazonía Peruana, Lima –Perú, 84p.
- RIBEIRO, C., (1988), Guía práctica para el monitoreo de procesos de deforestación en bosques tropicales, documento de Campo N° 06-FAO, Lima – Perú, 33 p.
- RUETE, A., (2002), Problemas de la Deforestación, www.ecoportal.net/articulos/dedebi/tyfdef.htm
- TCA-TRATADO DE COOPERACIÓN AMAZONICA, (1 994), Zonificación Ecológica Económica. Instrumento para la Conservación y el Desarrollo Sostenible de los Recursos de la Amazonía. Memorias de la Reunión Regional realizada en Manaus, Brasil, 382 p.

- VALDEZ M, J., (2 002), Diagnóstico Situacional de los Recursos Naturales y su Entorno Ecológico en la Región San Martín, INRENA-San Martín-Área de Asuntos Ambientales, Tarapoto.
- VELAZCO, P. L., (1 989), Marcos de Área en base de imágenes de satélite artificiales. Monitoreo de Procesos de Deforestación / Degradación en Bosques Húmedos Tropicales, documento de Campo N° 15 - FAO, Lima – Perú, 137 p.
- WRM – MOVIMIENTO MUNDIAL POR LOS BOSQUES TROPICALES, (2001), Causas de la Deforestación, www.wrm.org.ti/deforestación/indirectas.html
- YOUNG, K y LEÓN, B., (1 988), Vegetación de la zona alta del Parque nacional Río Abiseo, San Martín. Rev Forestal del Perú, p 3-20.
- ZIMMERMANN, R., DEMPEWOLF, J., BOERNER, A., METTE, T., SOPLIN R., & HORNA, V., (2 002), Bosques prístinos del Área de los ríos Avisado y Tioyacu, región Alto Mayo, Perú. Forest Ecology and Remote Sensing Group, 84 p.

ANEXOS

Anexo 1
Panel fotográfico del área de estudio



Foto 1: Bosques secundarios cerca de la localidad de Nuevo Horizonte.



Foto 2: Bosques primarios en proceso de deforestación cerca de la localidad de Alto Perú.



Foto 3: Proceso de deforestación por la actividad ganadera (Pastos) en la localidad de Nuevo Sinaí.



Foto 4: Bosques secundarios en la Localidad de Alto Perú.



Foto 5: Bosques primarios en la margen derecha del rio Ochque.

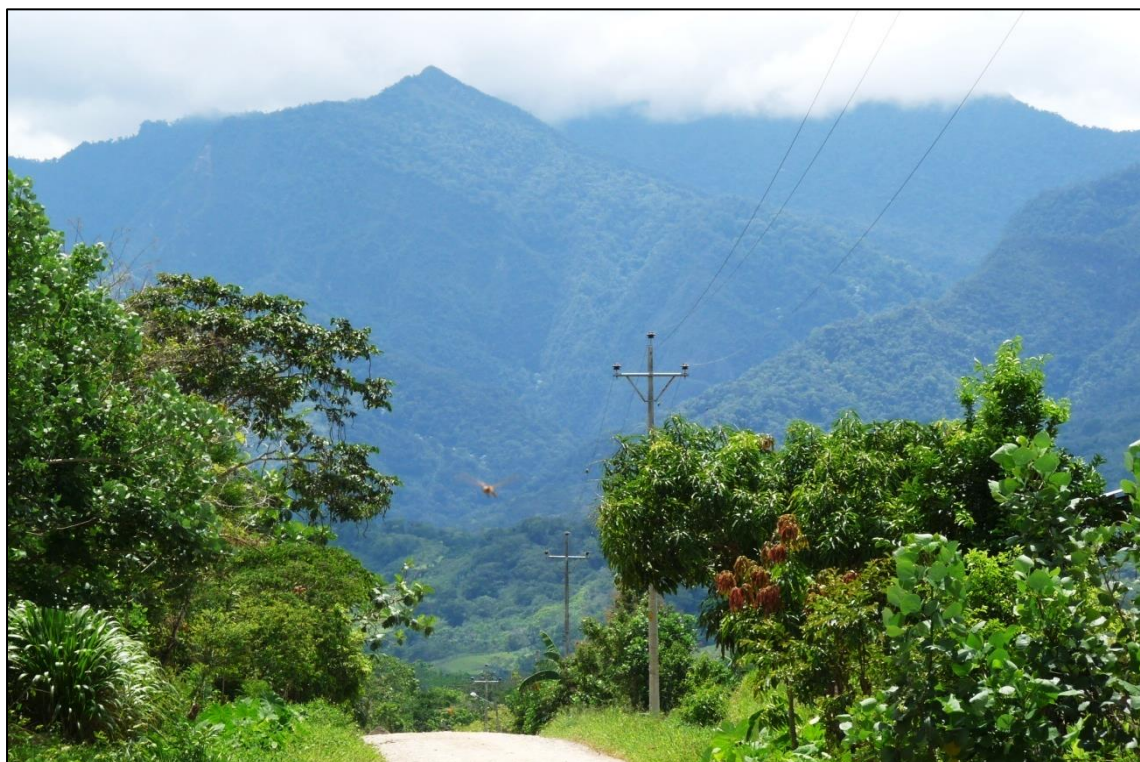


Foto 6: Bosques Primarios cerca de la localidad de Nuevo Horizonte.

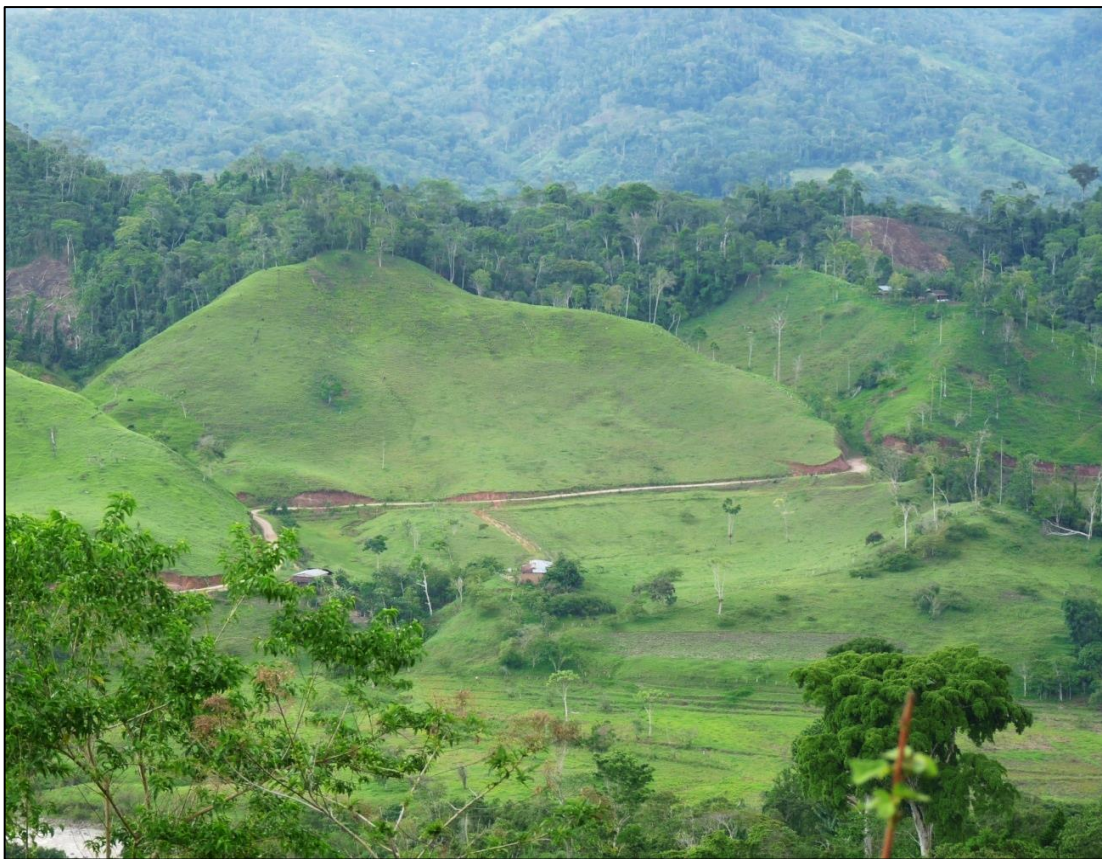


Foto 7: Vías de acceso afirmadas como factor condicionante de la expansión agropecuaria en la localidad Alto San Martín.